

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-021141

(43)Date of publication of application : 26.01.1999

(51)Int.Cl.

C03B 33/09
B23K 26/00
B23K 26/06
B23K 26/08
B23K 26/14
C03B 33/04

(21)Application number : 10-102726

(71)Applicant : CARL ZEISS:FA

(22)Date of filing : 14.04.1998

(72)Inventor : OSTENDARP HEINRICH DR
HERRMANN CHRISTOPH
HAUER DIRK
STEIN JUERGEN
GEISSLER GEORG
STEINFARTZ RALF
HOETZEL BERND
BLUNCK ANDREW

(30)Priority

Priority number : 97 19715537
97 19734823Priority date : 14.04.1997
12.08.1997

Priority country : DE

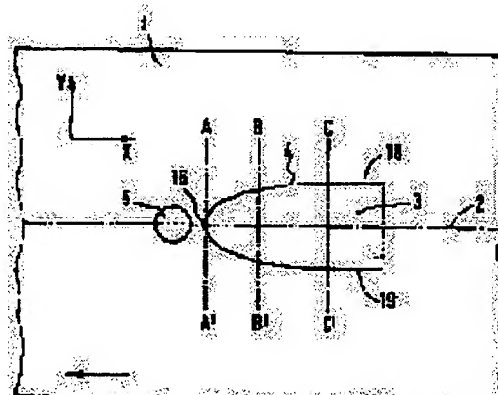
DE

(54) METHOD FOR CUTTING BRITTLE MATERIAL, MORE PARTICULARLY FLAT PROCESSED ARTICLES
MADE OF GLASS AND DEVICE THEREFOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for cutting a flat processed article, for example, a glass sheet thicker than 0.2 mm, without the occurrence of microcracks and the breaking or fissuring of glass and a device therefor.

SOLUTION: This method consists in a) heating the cutting line 2 with a heat radiation spot 3 symmetrical with the cutting line, which heat radiation spot has end edge parts 18, 19 having the intensity of the relatively large radiation as compared with the intensity of the radiation thereof and has the max. point of the temp. at the rear end of the heat radiation spot and b) moving the heat radiation spot 3 along the cutting line 2 and/or the processed articles. The method includes c) a stage for cooling the part of the cutting line heated by heating of the stage a). The end edge parts of heat radiation spot coincide with a V-shaped or U-shaped curve 4 opened at the front end of the heat radiation spot in the moving direction of the heat radiation spot 3 and/or the processed article and the max. point of the temp. described above is locally arranged on the peak part 16 of the V-shaped or U-shaped curve 4 on the cutting line and is below the melting temp. of the processed article.



BEST AVAILABLE COPY

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS**[Claim(s)]**

[Claim 1] In the approach of cutting the flat workpiece manufactured with the weak ingredient along with a predetermined cutting plane line Said approach heats a cutting plane line by the thermal radiation spot of the symmetry to this cutting plane line including the following step. Said thermal radiation spot has the edge part which has the strength of the large radiation in comparison as compared with the strength [the inside] of radiation. And in the back end section of a thermal radiation spot, have the apex of temperature, and b thermal radiation spot is moved along with a cutting plane line and/or a workpiece. And the process which cools the part of the cutting plane line heated by said heating of the c process a is included. The edge part of a thermal radiation spot carried out opening in the front end section of a thermal radiation spot in the thermal radiation spot (3) and/or the migration direction of a workpiece. The approach which it agrees with the curve (4) of V typeface or U typeface, and the apex of said temperature is locally located on the peak part of the curve (4) of V typeface on a cutting plane line, or U typeface, and is below the melting temperature of a workpiece.

[Claim 2] The approach according to claim 1 a weak ingredient is glass.

[Claim 3] The approach according to claim 1 a thermal radiation spot has the width of face of within the limits from 0.5mm to 2mm.

[Claim 4] The approach according to claim 1 a thermal radiation spot has the die length of within the limits from 10mm to 30mm.

[Claim 5] The approach according to claim 1 the edge part of the thermal radiation spot which has the strength of the large radiation in comparison has a parabolic configuration.

[Claim 6] The approach according to claim 1 a thermal radiation spot is symmetrical V typeface which has the two legs which extend from a peak part and this peak part.

[Claim 7] The approach according to claim 1 have the configuration where the cutting plane line curved, and it is provided by the thermal radiation beam to which a thermal radiation spot collides with a workpiece, and a thermal radiation beam has the profile adjusted according to the configuration where the cutting plane line curved.

[Claim 8] The approach according to claim 7 a thermal radiation beam is drawn by two dimensions along with a cutting plane line, and a thermal radiation spot extends in a longitudinal direction along with said cutting plane line.

[Claim 9] Furthermore, an approach including generating a thermal radiation spot by scanning a laser beam according to claim 8.

[Claim 10] Furthermore, an approach including scanning a laser beam along the path of an ellipse form according to claim 9.

[Claim 11] Furthermore, an approach including covering or arranging the diaphragm in the path of a laser beam, since the field heated by radiation of V typeface or U typeface on a workpiece is generated according to claim 10.

[Claim 12] Furthermore, an approach including turning on and turning off a laser beam, since the field heated by radiation of V typeface or U typeface on a workpiece is generated according to claim 10.

[Claim 13] It is equipment which cuts the flat workpiece manufactured with the weak ingredient along with a predetermined cutting plane line. Equipment with which said equipment consists of the following : It has an optical means for generating a thermal radiation spot on a flat workpiece. Said thermal radiation spot is symmetrical to a predetermined cutting plane line, and the edge part of a thermal radiation spot has the strength of the large radiation in comparison by that cause as compared with the inside. And the thing for which a thermal radiation spot has the apex of temperature in the back end section, and said optical means has a source of thermal radiation, and at least one optical member; further A means to cool the part of the cutting plane line heated by the means; thermal radiation spot which meets and moves a thermal radiation spot to a cutting plane line and/or a workpiece; Since an optical means and/or the source of thermal radiation generate said thermal radiation spot, it is formed. It agrees with the curve (4) of V typeface

in which the edge part of a thermal radiation spot carried out opening in the thermal radiation spot and/or the migration direction of a workpiece in the front end of a thermal radiation spot, or the tip of a thermal radiation spot by that cause, or U typeface. And equipment which the apex of the aforementioned temperature is locally arranged on the peak part of the curve (4) of V typeface on a cutting plane line, or U typeface, and is below the melting temperature of a workpiece.

[Claim 14] Equipment according to claim 13 with which the workpiece is manufactured with glass.

[Claim 15] Equipment according to claim 13 which generates the laser beam (7) in which the source of thermal radiation is laser, and said laser generates said thermal radiation spot (3).

[Claim 16] Equipment according to claim 15 which forms said thermal radiation spot (3) at which it has two synchronized rotatable mirrors (8 9) which rotates at right angles to mutual in order that at least one aforementioned optical member may lead said laser beam (7) to the front face of said workpiece (1), and said edge part is equivalent to the curve (4) of V typeface or said U typeface by that cause.

[Claim 17] Equipment containing the common control and the common adjusting device (11) which were connected with the driving gear for both rotatable mirrors (8 9) of the above [said optical means], and the driving gear of a rotatable mirror including a means to control said mirror (8 9) in order to draw said laser beam according to claim 16.

[Claim 18] Equipment according to claim 17 which drives the rotatable mirror (8 9) of the above [said driving gear and said adjusting device] in the rotation frequency of within the limits from 500Hz to 2000Hz.

[Claim 19] Equipment including a means to rotate a mirror wheel (14) so that the mirror wheel (14) which has the reflector (15) where it curved for said optical means to reflect a laser beam (7), and the part by which the laser beam was reflected may draw on a workpiece the path where U typeface or V typeface curved once [at least] among one revolution of a mirror wheel according to claim 15.

[Claim 20] Equipment according to claim 19 with which a means to rotate a mirror wheel rotates a mirror wheel with the rotational frequency of within the limits from 500Hz to 3000Hz.

[Claim 21] Equipment according to claim 19 with which an optical means includes a means by which a laser beam changes the strength of a laser beam (7) while the curved path of the above on a workpiece scans so that distribution of the strength of arbitration may occur along the path where U typeface or V typeface curved.

[Claim 22] Equipment containing the optical element in which an optical means forms a beam according to claim 15.

[Claim 23] Equipment according to claim 15 with which laser has the TEM01 mode and the edge part of the strength in comparison with a large optical means contains the diaphragm for covering a part of laser beam so that it may pass along the path where V typeface or U typeface curved.

[Claim 24] Equipment according to claim 13 which is the metal contact head by which a means to cool was cooled.

[Claim 25] Equipment according to claim 13 whose a means to cool is reaction control equipment, a liquid injector, or liquid spray equipment.

[Claim 26] Furthermore, equipment [equipped with the means (21, 24, 25) to which the profile of a thermal radiation beam is fitted according to the configuration where the predetermined cutting plane line curved while cutting a workpiece] according to claim 15.

[Claim 27] Equipment including a means by which the means to which the profile of a thermal radiation beam is fitted according to a curve line controls rotation movement of a rotatable mirror (8 9), a means (12) to control the path of the thermal radiation spot on a workpiece, and a means to combine a means to control said path with said means to make said path suit for the profile of a thermal radiation beam according to claim 26.

[Claim 28] Equipment according to claim 27 which has the mechanical slewing gear combined with said means by which have a means to position the cooling spot (5) on the workpiece with which a means to cool follows the thermal radiation spot on a workpiece (3), and a positioning means controls rotation movement of a rotatable mirror (8 9).

[Claim 29] A means to control rotation movement of a rotatable mirror (8 9) It is controlled so that one mirror of said mirrors (8) rotates along with a cutting plane line (2) regardless of the cutting direction. And equipment according to claim 27 which rotation movement of one another rotatable mirror (9) perpendicular to one mirror of said mirrors (8) was controlled by the local curvature of a predetermined cutting plane line, and is equipped with the still more pivotable bearing for [said] mirrors (8 9).

[Claim 30] Furthermore, equipment [equipped with a means to position said cooling spot (5) prepared on the aforementioned pivotable bearing] according to claim 28.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION**[Detailed Description of the Invention]**

[0001]

[Field of the Invention] In the approach of cutting an ingredient with weak this invention, especially glass along with a predetermined separation line This separation line is heated by it and the symmetrical thermal radiation spot, and have the edge part which has the strength of the thermal radiation to which said thermal radiation spot was raised, and it has the apex of temperature in the back end section of a thermal radiation spot. It is related with the approach by which the part of the cutting plane line which the heated field was moved along with the cutting plane line and/or the workpiece, and was heated after that is cooled. Moreover, this invention relates to the equipment for enforcing this approach.

[0002]

[Description of the Prior Art] The approach of the common use which cuts flat glass is based on the thing which extended on point ** glass by the diamond or the cutting wheel and for which it scratches and a flaw is put in, in order to cut along the field which scratched according to the force of acting mechanically from the exterior later, and was able to be weakened from the flaw. In this approach, the inconvenient particle (fission part) which may carry out deposition on glass, may scratch further, and may produce a flaw arises on a front face. The fragment of the glass which curved similarly is generated on the amputation stump edge, and the glass edge which was uneven for these fragments occurs, therefore remarkable costs are needed after an activity. A possibility of the capacity to bear mechanical stress in an amputation stump edge for the minute destruction produced while it scratches and a flaw moreover occurs decreasing, namely, damaging increases.

[0003] By cutting glass using the stress and distortion which were generated thermally, the remarkable advance for avoiding generating of a crack and a glass fragment and a minute crack was acquired. In this approach, the heat source led to glass is moved with constant speed in the upper part of glass, the large thermal stress and the distortion in comparison occur, consequently a crack is formed in glass. It has locally the necessary heat-source property which can be positioned for heat energy as it is also at a precision better than the millimeter by which an infrared heat source, a special gas burner, especially laser are equivalent to a typical necessary cutting precision. Distribution of the power and laser radiation which are applied through the inside of glass and glass for the capacity which converges on glass in a laser beam is controllable to satisfaction enough.

[0004] Glass is heated along a cutting way by laser radiation, the melting temperature of glass is held for temperature in the meantime, and the method of scratching on glass and putting in a flaw is indicated by the German patent No. 1,244,346 specification. Glass is cooled after the heating and it is cut by bending or the impact. Furthermore, glass can be heated more highly than melting temperature so that a detailed crack or destruction may fuse completely.

[0005] The approach glass receives the operation by two laser beams is indicated by the British patent No. 1,433,563 specification. One side of these laser beams has energy low in comparison, and is used for a preheating.

[0006] The process which the stress field which has the temperature of 250 degrees C, and where it moves generates in glass in the air by the laser beam is indicated by the German patent No. 4,411,037 specification. By scratching after installation of the stress field substantially arranged on the transit way which is put to the strength of the greatest laser beam, therefore has the highest temperature, and a path, and carrying out short contact of the point or the tip with the front face of glass in the air, the short beginning scratches and a flaw is generated mechanically. It is cooled by the cloth or web which absorbs a liquid, and a thermal shock, therefore stress increase by that cause, consequently this stress field is scratched at the time of a start, and a flaw cuts it, or it produces a crack.

[0007] A thick cutting process for steel plates which uses the laser beam of a ring mode for a U.S. Pat. No. 5,237,150 specification in order to protect a focusing lens is indicated. When this laser beam collides with a lens, a laser beam is a ring-like and, thereby, the energy of a laser beam is distributed on the front face in comparison where a lens is larger

than the time of a punctiform (point-like) laser beam colliding with a lens. Therefore, the local heating of a lens ingredient is avoided. However, it converges as a point or a spot on a workpiece with a focusing lens in itself [beam]. Since the ring-like beam is made into the "point" ("point") of cutting steel materials as "a cutting point" ("cutting point") along with a cutting plane line, at the obtained spot, the strength [an edge field] of radiation does not increase like [in the case of a ring-like spot].

[0008] The laser beam of a ring mode TEM₀ is used similarly. This laser beam converges on punctiform on a workpiece in an approach given in the European Patent No. 0062484 specification. However, if a laser beam converges like a point, the maximum of strength will coalesce in this point. In order that a laser beam may converge on the front face of a workpiece, it evaporates to the depth with glass. The remainder of glass is heated more highly than the melting point. The vaporized glass ingredient is removed by gas.

[0009] About the approach and equipment with which the Germany public presentation official report No. 4305107 cuts glass by the laser beam, a laser beam is divided into two parallel beams by that cause, and these beams act on glass symmetrically at a cutting plane line. With the equipment of this form, an exact stage (+0.1mm) is not brought about, but a cutting object advances so that between the transit ways of both beams may be sewn.

[0010] The approach of a publication is using the laser beam of an ellipse form for the international public presentation WO 93/No. 20015 official report. In the charge of a nonmetal plate, this approach cannot ensure exact cutting along the straight curved path, although it can scratch and a good result can be obtained by the flaw or the crack. Moreover, the stability of the cutting path in this approach is inadequate in high radiant density and high cutting speed. Heating according [this] to laser has the cross section of an ellipse form, this occurs within limits with the very narrow Gaussian distribution of radiant density, and, thereby, the temperature from a perimeter part to a center section is for increasing dramatically. When the central field of the radiation part of a workpiece is overheated by heating of a workpiece, namely, the softening temperature of an ingredient is exceeded (this is not allowed in precision cutting), it is very difficult to obtain the deep heat check which scratched and was stabilized by the flaw and the stable power flux density.

[0011] The technical level of the approach nearest to the technical level of this invention is indicated by the international public presentation WO 96/No. 20062 official report. An ingredient weak against this reference, especially the flat workpiece of glass by the thermal radiation spot symmetrically arranged on a cutting plane line The approach of cutting along with a predetermined cutting plane line is indicated. A thermal radiation spot It has the strength of the radiation which increased in the edge field which has the apex of temperature in the back end section, the field heated by that cause is moved along with a separation line and/or a workpiece, and a part for the separation line part by which afterbaking was carried out is cooled. These descriptions are indicated by the premise section of the claim of the main approaches.

[0012] In [this] being well-known, the heating field of an ovoid or an ellipse form has the minimum value of the strength of radiation to the inside of an ellipse form. This "cutting spot" carries out a two-times crossover with a separation line, namely, crosses in the front end section and the back end section of an ellipse form. Carrying out a deer, inadequate temperature distribution arise [therefore] as a result as shown in drawing 1 of this international public presentation official report. Unnecessary heating has already occurred in the anterior part of the cutting field of an ellipse form, and it progresses in the cutting direction near the cutting plane line for front cutting.

[0013] High heating will be superfluously performed on the center section of the cutting field, i.e., a cutting plane line, the strength of a laser beam will be [near a cutting plane line] very high, and melting of the glass will already be carried out under the situation in the edge of a combustion zone at which temperature has reached the peak price. Moreover, in this approach, only cutting of the glass which has the thickness to 0.2mm can be performed. Because, melting will happen, therefore cutting will be interrupted for the power of a required higher beam. In the case of the thicker glass of thickness, only a crack occurs on glass.

[0014]

[Means for Solving the Problem] one purpose of this invention is to offer the approach and equipment which can cut the flat workpiece which is comparatively alike and has large thickness especially, for example, the glass which has larger thickness than 0.2mm, without producing the fragment of a minute crack and glass, or fission. Moreover, in the case of thick glass, the larger cutting depth than the cutting depth obtained by other approaches is obtained.

[0015] According to this invention, the approach of cutting a weak ingredient, especially the flat workpiece manufactured with glass along with a predetermined cutting plane line So that it may have the strength of the large radiation in comparison as compared with the strength of radiation of the edge part of :a thermal radiation spot which consists of the following step of the interior and may have the apex of temperature in the back end section of a thermal radiation spot A cutting plane line is heated together by the thermal radiation spot of the symmetry to a cutting plane

line, b) moving the heated radiation spot along with a cutting plane line and/or a workpiece, cooling the part of the cutting plane line heated by heating of the c process a, and here The edge part of a thermal radiation spot agrees with the curve (4) of V typeface which carried out opening in the thermal radiation spot (3) and/or the migration direction of a workpiece in the anterior part or the front end section of a thermal radiation spot, or U typeface. And the apex of temperature is locally arranged on the peak part of the curve (4) of V typeface on a cutting plane line, or U typeface, and is below the melting temperature of a workpiece.

[0016] A cutting plane line is supplied by the description of the approach of above-mentioned this invention in the end of heat treatment of energy, and a workpiece reaches an elevated temperature according to it. Therefore, the mechanical high stress which has the apex of local temperature occurs in a cutting plane line. By cooling of the after that of a cutting plane line, and weakening of the original glass of a cutting plane line, glass breaks along with a cutting plane line. This cutting is made very correctly along with a cutting plane line for the strong local maximum temperature on a cutting plane line. This correctness is required for high precision cutting of for example, the display industry.

[0017] Since the edge cut finely is obtained, the mechanical fracture after heating and cooling processing has the additional advantage of the approach of this invention in an unnecessary point.

[0018] In the field heated by radiation of V typeface by one desirable example of this invention, or U typeface, the edge part of the field heated by the radiation which has the strength of the radiation which increased is located on V typeface which carried out opening in the cutting direction, or U typeface curve. in one configuration for the field which is ****(ed) by the equal distance from a cutting plane line, adjoins a cutting plane line, consequently is heated, both the flank of V typeface and/or U typeface curve or the leg is heated by the apex of the strength which the front face of a workpiece looks like [mutual / which amounts to several mm] comparatively and by which it was ****(ed) greatly, and, thereby, it exists among both apexes of strength [the minimum point of local temperature]. The minimum point of this local temperature decreases increasingly by mutual approach of V typeface or U typeface curve in the back end section of the field heated by radiation, namely, goes up in the edge of the field where the temperature of a near [a cutting plane line] is heated by radiation, and, thereby, reaches the apex of the local temperature on the front face of a workpiece. However, the apex of this temperature is still lower than the melting temperature of a workpiece ingredient. This kind of radiation heating field causes uniform heating of a workpiece in the temperature below a melting out temperature covering larger width of face and the larger depth in the field by which the apex of strength is ****(ed). It is applied to the heated transit way which was obtained by carrying out direct cooling by the fully cooled mechanical contact head which has the greatest strength on the liquid and gas which are not applied in the radiation by which it has [in / on a center section and / in especially this / the first part of a radiation heating field] the greatest strength, or a cutting plane line in this way. This cooling generates contraction of an ingredient. On the cutting plane line greatly combined with ***** cooling similarly in effect to the cutting plane line, the mechanical stress high in comparison which has a powerful and local apex occurs in a cutting plane line with heating of large width of face rather than it has the apex of temperature. Therefore, the workpiece which has large thickness can be cut finely. According to the experiment, it became clear that the glass plate which has the thickness to 1.1mm could be cut in the stable mode.

[0019] If the width of face of the radiation heating field of V typeface or U typeface is in within the limits from 0.5mm to 2mm, it is advantageous. The die length of a radiation heating field can be made into within the limits from 10mm to 30mm. These dimensions are divided, and they are set up so that it may reach in a feed rate, the thickness of a workpiece, and the strength of radiation and uniform heating of the workpiece to the required depth may be offered in consideration of the property of an ingredient.

[0020] According to one special example of this invention, a thermal radiation spot occurs by scanning a laser beam in the upper part of a workpiece.

[0021] It is advantageous if a scan is performed at an ellipse form path. In other examples, it can generate with laser by the radiation heating field of V typeface or U typeface turning on and turning off laser, covering a beam, or removing electric shielding, and preparing a diaphragm or a mask suitable ahead of a beam.

[0022] : which the equipment which cuts a weak ingredient, especially the flat workpiece manufactured with glass along with a predetermined cutting plane line becomes from the following -- the optical means for generating a thermal radiation spot on a flat workpiece. This thermal radiation spot is symmetrical with a predetermined cutting plane line, and the edge part of a thermal radiation spot has the strength of the large radiation in comparison by that cause as compared with the strength [that interior] of radiation. And a thermal radiation spot has the apex of temperature in the back end section. ; in which said optical means has a source of thermal radiation, and at least one optical member -- a thermal radiation spot by the means; thermal radiation spot which moves along with a cutting plane line and/or a workpiece A means to cool the part of the heated cutting plane line; Since an optical means and/or the source of thermal radiation generate a thermal radiation spot, it is formed. It agrees with V typeface or U typeface curve in which the edge

part of a thermal radiation point spot carried out opening in the thermal radiation point and/or the migration direction of a workpiece in the front end of a thermal radiation spot, or the tip of a thermal radiation spot by that cause. And the apex of temperature is locally arranged on the peak part of the curve of V typeface on a cutting plane line, or U typeface, and is below the melting temperature of a workpiece.

[0023] According to the first example, a scanner can be used. Consequently, an optical means has two synchronized rotatable mirrors which rotates at right angles to mutual, two mirrors draw a laser beam on the surface of a workpiece, and a laser beam draws the path where V typeface or U typeface curved. Since both mirrors are driven synchronously, the driving gear of the mirror which both rotate is connected to common control and a common adjusting device. As for the rotation frequency of both mirrors, it is desirable that it is within the limits from 500Hz to 2000Hz as the cutting speed of within the limits from 50mm/second to 1000mm/second is obtained. Cutting speed is influenced by the strength of the radiation used.

[0024] According to another example of a scanner, an optical means has the mirror wheel on which the reflector curved, and the path where at least one U typeface on the front face of the workpiece with which the laser beam reflected by that cause is cut among one revolution of a mirror wheel, or V typeface curved is drawn, or it follows it. The rotational frequency of a mirror wheel is within the limits from 500Hz to 3000Hz in a desirable example, as the so-called feed rate is obtained. It is desirable that the laser which has the wavelength absorbed greatly is used for an ingredient. For example, it is used in order that a CO2 laser may cut glass. A CO2 laser generates the laser beam which has the wavelength of 10.6μm, and is available by marketing. Typically, the maximum output power of laser is 150W.

[0025] The strength of laser can be changed between each surrounding passage of the pass with which V typeface or U typeface curved so that the strength of radiation can be changed near the peak part of the path of V typeface or U typeface. The strength of radiation is adjusted so that the melting temperature of a workpiece may not be exceeded.

[0026] The control unit for scanner movement which controls a scanner between circular cutting and cutting of a free form can be similarly carried out so that it may illustrate in a detail later, so that it may be adjusted in order to suit with the path where distribution of the strength of V typeface or U typeface curved. Instead of this scanner equipment, the radiation heating field of a request configuration can provide using beam molding or beam formation optical equipment.

[0027] In another example, the laser in the TEM01 mode is used as a source of thermal radiation, it has the suitable diaphragm with which optical equipment intercepts a part of beam in this source of thermal radiation, and the edge part which has the strength of the radiation which increased by that cause is in agreement with the path where V typeface on the front face of a workpiece or U typeface curved. The TEM01 mode is offered by the resonance equipment of the proper of a CO2 laser. The cooled metal contact head can be used as a cooling means. Moreover, reaction control equipment, a liquid injector, or liquid spray equipment can be used as a cooling means.

[0028]

[Embodiment of the Invention] Now, the purpose, the description, and advantage of this invention will be further illustrated by the detail from the following explanation about the desirable example which refers to an accompanying drawing. Drawing 1 shows the glass plate 1 cut along with a cutting plane line 2. The thermal radiation spot 3 of U typeface is arranged on the front face of the glass plate 1 moved in the direction of the arrow head of drawing 1 (feed direction).

[0029] The edge part of this thermal radiation spot that has big emissive power follows U typeface curve 4 of drawing 2. U typeface curve 4 is opened in the anterior part of a thermal radiation spot, or the front end section of the thermal radiation spot in a feed direction. the ellipse form where a part with the broadest gestalt of a thermal radiation spot forms the front end section of the thermal radiation spot 3 -- it is mostly equivalent to one half.

[0030] The edge parts 18 and 19 of both on U typeface curve 4 are mutually ****(ed) by the symmetry to the cutting plane line. Spacing of the edge parts 18 and 19 amounts to about 1mm in a before [the thermal radiation spot 3] side field. Spacing of both edge parts 18 and 19 decreases toward the peak part 16 on the separation line 2, i.e., a cutting plane line.

[0031] In drawing 2, distribution of the strength [the three dimensions of the thermal radiation spot 3] of radiation is shown. As for drawing 2, the wave crest of the apex of the strength of radiation shows that it falls in the peak part 16, and the local apex 17 to a cutting plane line 2 is arranged in the peak part 16. The strength of radiation is decreasing clearly inside the thermal radiation spot between the edge parts 18 and 19. The height of the local apex 17 must be adjusted corresponding to the thickness and cutting speed of a workpiece. The local apex 17 must be more higher than a low feed rate in high cutting speed or a high feed rate. Moreover, the local apex 17 must be adjusted according to the height of the strength of the radiation in a before [a curve 4] side field. The local apex to a cutting plane line must not form the minimum point of a curve 4 in coincidence. The strength of radiation can have a loose apex or loose **** in

the peak field 16, when the laser which is not equipped with the electric power regulator is used.

[0032] The profile of the strength of three radiation in alignment with three different cross-section A-A', B-B', and C-C' is shown in drawing 3 . [passing through the field (refer to drawing 1) heated by radiation] The curve of the strength of radiation to cross-section C-C' has two apexes ****(ed) mutually, and these apexes are clearly higher than the apex of both to cross-section B-B'. The apex of the strength of radiation is decreasing still more clearly in the peak part 16 shown to cross-section A-A'. Only the temperature profile in cross-section B-B' has the small local minimum point in near a cutting plane line. The reason is that a preheating takes place in the surrounding large part of a cutting plane line, or a field by both apexes. This minimum point balances by the strength of small radiation relatively, and, thereby, a temperature profile has a peak price in the field of the cutting plane line 2 in the peak part 16. The behavior of the temperature which met the cutting plane line which has the inserted-in cooling spot 5 is shown in drawing 4 .

[0033] The equipment which generates the thermal radiation spot 3 is shown in the glass plate 1 at drawing 5 . The cutting plane line 2 and the increasing U character die-bending line 4 of the strength of radiation are shown on the front face of a glass plate 1. A laser beam 7 and the laser 6 which generates especially a CO2 laser are formed as a source of thermal radiation. This laser beam 7 collides with the rotatable mirror 8 which rotates around a perpendicular axis first. A mirror 8 moves a beam 7 forward and backward in a flat surface parallel to the front face of a glass plate 1. Then, this rotating laser beam 7 collides with the 2nd rotatable mirror 9 which rotates around a horizontal-axis line. A mirror 9 moves the reflected laser beam in the direction of X forward and backward. The equipment of these mirrors 8 and 9 is exchangeable. A laser beam draws the curve of U typeface on the front face of a workpiece for duplication of both rotation movements. Common control and a common adjusting device 11 are formed in order to adjust rotation of both mirrors 8 and 9 so that U typeface curve 4 may be obtained. Control and an adjusting device 11 are connected to the drive which is not illustrating for both mirrors 8 and 9 by the control lines 10a and 10b.

[0034] Mirrors 8 and 9 are controllable so that a laser beam 7 draws a closed curve on the front face of a workpiece. Laser 6 is turned on and off so that either U typeface curve or V typeface curve may be obtained. The cooling point 5 is shown behind the field 3 heated by radiation, although it generates with the coolant gas emitted from a spray nozzle 12. This spray nozzle 12 is connected with the supply unit.

[0035] The workpiece is shown in drawing 6 . The triangular thermal radiation spot is arranged on the front face of a workpiece 1. V typeface curve 4 has shown the part of the field which has the strength of higher radiation. Moreover, the peak part 16 is arranged on a cutting plane line 16, and this V typeface curve 4 has it. [symmetrical with a cutting plane line 2] Since laser 6 generates this kind of V typeface curve, it is prepared. Laser 6 generates the laser beam which collides with the mirror wheel (wheel) 14. It is curving, and not a cylindrical shape but while the mirror wheel 1 rotates on the front face of a workpiece, V typeface curve 4 generates the reflector of the mirror wheel 1 once [at least].

[0036] The sketch of the equipment which uses the laser 6 which generates a laser beam 7 in the TEM01 mode is shown in the (a) section of drawing 7 . The diaphragm 20 is arranged between the laser beam 6 and the workpiece 1. A diaphragm 20 carries out the operation which covers or interrupts the one half of a laser beam 7. The profile of the strength of the radiation to which the front of a diaphragm or back corresponded is shown in the (b) section of drawing 7 , and the (c) section.

[0037] For desired mechanical large stress, in order that this process might cut the glass to the thickness of 1.1mm completely, the suitable thing became clear. This was not possible with the technical level to current. Typically, the power of the CO2 laser used is within the limits from 12W to 80W to a typical feed rate. The field heated by radiation has die length of 12mm typically in the feed direction which has width of face of 1mm. There are no fragments and fission parts of minute destruction and glass in an amputation stump edge. Although the crack or destruction of the almost perpendicular depth in hundreds of micrometers Fukushima was obtained by glass thicker than 0.7mm, it was not obtained by the approach of others which mentioned this technique above similarly.

[0038] It is not caught by V typeface and/or U typeface which were mentioned above. Although this configuration is similar, it can be exact V typeface or not U typeface but parabolic. Moreover, in V typeface field 3 by drawing 6 , an extension or the leg does not necessarily have to carry out termination to a peak part. An extension can have the extension 4 which extends exceeding a peak part, as shown in drawing 8 . Although V typeface leg 4 and its extension 4a have equal die length in drawing 8 (a), therefore the crossover form (quasi cross-shaped) part is formed mostly, extension 4a in drawing 8 (b) is shorter than the V typeface leg or V typeface part 4. It is influenced by the material property of the proper of the glass cut which shall be used between the example of transformation (a) or (b).

[0039] Typically, these properties are the thickness and the optical properties (absorption of laser radiation) of a thermodynamic variable (heat capacity) and glass. The following qualitative essential points are summarizing this situation simply.

Large heat capacity: The die length of a short extension or a short part and heat penetrate quickly in glass.

Large thickness: Since it is spread within glass, the die length of a long extension or a long part and heating need time amount.

Absorption: Since it is spread within glass, the die length of a long extension or a long part and heating need time amount.

[0040] the field according to drawing 8 (b) in a principle -- as a matter of fact -- exchange or ***** -- things are made (a short extension or leg). According to the appearance (geometry) of this radiation, glass may be heated quickly too much, namely, a local temperature gradient may become very high, and damage on glass may be caused. Since time amount is not required in order for heat to penetrate glass, glass transition temperature T_g is exceeded for a short time. Consequently, it becomes the fracture which is not controlled or crushing of the piece of glass arises. If the laser radiation spot or radiation zone by drawing 8 (a) reaches in the strength by drawing 8 (c) which has the apex of temperature in Point M similarly about the field by drawing 8 (b) and has a temperature profile, it is advantageous.

[0041] The strength of a laser beam has the gestalt (Gaussian form) of a fixed gauss about a tooth space and time amount in principle. Supposing people move in the direction of the crossing of both laser beams along with glass from Point A to Point H, the following temperature behavior will be obtained.

Point A: Glass is maintained at ambient temperature.

Point M: Glass is continuously heated between Point A and Point B, and temperature reaches an apex in M. This temperature is maintained below at the transition temperature T_g .

Point H: Fall [whether temperature is maintained between Point M and Point H, and] a little. In this phase, heating goes to the interior of glass a little from a front face. The quality of cutting is clearly improved by flattening of a request of a temperature gradient in the direction which makes a right angle in the cutting direction or the cutting direction.

The part 4 or extension 4a in drawing 8 (a) and drawing 8 (b) is linearity as illustrated. However, a part 4 or extension 4a can also curve gently in principle.

[0042] The thermal radiation spot of workpiece or the width of face of a field heated is clearly shorter than a thermal radiation spot or the die length of a field heated, while a laser beam cuts flat glass. In order to perform cutting which can be admitted, it is indispensable that the part of the front face of the glass arranged in a cutting field must receive a predetermined heating cooling operation between processes. Consequently, although the width of face of a radiation beam does not need to change even if cutting speed increases, the die length of a radiation beam must increase.

Therefore, the narrow long and radiation heating field which met the cutting plane line is required for high cutting speed required for high-speed cutting throughput. To width of face of 0.5mm thru/or 2mm, the typical die length of a radiation heating field is 10mm thru/or 50mm, and becomes smaller [a more advanced precision activity].

[0043] As long as straight cutting is performed, in the radiation heating field which extends in a longitudinal direction, a problem does not generate cutting. Moreover, for a certain application, cutting must be performed along the path where predetermined curved. Cutting of this form is also called cutting of a free form, or curve cutting. This form needs to be curve cut in order to cut the aperture by the side of before an automobile, and the aperture on the backside or to make a large hole with a flat glass plate. The engine performance of curve cutting of this form needs to pay special consideration.

[0044] The width of face of the field which occurs on the glass with which a thermal radiation beam should be adjusted in curve cutting according to a curve cutting path, and the maximum mechanical stress should be cut by that cause, and is heated must be kept small. In that case, it can carry out in curve cutting by the thermal radiation beam to which only the small radius of curvature for the cutting extends that it is also in a linearity thermal radiation field in a longitudinal direction. To larger radius of curvature, curvature is obtained only by the linearity thermal radiation beam with which die length decreased. Finally, only low cutting speed can be carried out.

[0045] It is indicated by the international public presentation DWO 93/No. 20015 and/or the international public presentation WO 96/No. 20062 official report which the equipment which forms the field heated by the radiation which extends in the longitudinal direction for cutting glass mentioned above. In this equipment, a thermal radiation beam curves in accordance with the local configuration of a cutting curve, and, thereby, the minimum change from a cutting curve occurs. However, as a practical question, since this equipment operates by the static optical element which permits only change to which the thermal radiation beam was limited, well-known equipment can be used only in order to cut a round shape. The reason is that a round shape can be cut with fixed radius of curvature.

[0046] If the material or glass plate of PKW glass for mirrors is guided at high speed, fluctuation of the radiation profile in the high speed under cutting is impossible with this equipment.

[0047] In the aforementioned approach performed by the equipment shown in drawing 5 for cutting a weak ingredient, especially the flat workpiece which consists of glass Since the thermal radiation spot for cutting is generated by

scanning the thermal radiation beam above the front face of a workpiece by the optical element which moves. An approach must be performed and equipment must be constituted so that the thermal radiation beam adjusted according to the configuration of curve cutting carried out can carry out in curve cutting.

[0048] The control device 11 shown in drawing 5 suits or adjusts the profile of the scan thermal radiation beam 7 during curve cutting according to the configuration where the cutting plane line 2 curved. The thermal radiation beam 7 can be rotated within the limits of 360 degrees by changing the rotation condition of the rotatable mirrors 8 and 9 which make a right angle mutually and rotate mutually by connection of the control unit 11 for cutting a free gestalt. Moreover, the curvature of a thermal radiation beam is adjusted according to the local curvature of cutting so that it may illustrate to drawing 10. The additional mechanical equipment for generating a thermal radiation beam with the curvature of a local cutting location and curve cutting is unnecessary.

[0049] Since the curved radiation heating field is generated so that the main rocking movements of a thermal radiation beam may occur along with a cutting plane line 2, actuation of both scanners must synchronize mutually. In the actuation, the location of the cooling spot 5 to which a cutting spot is followed must be adjusted according to a local cutting location. Since a mechanical slewing gear is this purpose, it is prepared in scan optical equipment.

[0050] Drawing 9 is the block diagram having shown arrangement of the whole equipment by this invention including a related control means with schematic drawing. Since the thermal radiation spot 22 which has the cooling spot 5 which follows and which curved on the round cutting line 23 on a workpiece 1 is generated, block 21 shows the scanner block containing the control device 11 of drawing 5. A phase 24 is a well-known path controller for cutting processes. The controller blocks 21 and 24 are mutually combined by the main control unit 25 so that cutting by the optimized thermal radiation beam can be locally carried out with the curvature in cutting of the free gestalt which has the cutting radius which changes locally.

[0051] Drawing 5 is one desirable example of the equipment by this invention. Scanner equipment is formed roughly, this scanner equipment makes it possible to draw the suitable 2-dimensional change in movement of a thermal radiation beam, i.e., a thermal radiation beam, in two dimensions on a workpiece, and change of the generated thermal radiation beam makes it possible with a control engineering means.

[0052] Another 2-dimensional operating set can also be used instead of the 2-dimensional scanner by drawing 6 containing two rotating mirrors 8 and 9 which were pivoted. In this scanner, the mirror which is used in order that one side of the scanner axes 8a and 9a may rotate along the cutting directions 2 and 23 regardless of the cutting directions 2 and 23, and rotates perpendicularly adjusts the radiation profile of V typeface, U typeface, or an ellipse form along with the local curvature of a cutting path. In this case, the whole scanner unit is freely pivotable mechanically at the include angle which is about 360 degrees. Especially, in one example by drawing 11, the dynamic consideration which needs this scanner axis is made. The reason is that a scanner frequency is only the one half of the frequency of the scanner axis which acts in the cutting direction. In order to draw the cutting head which has a scanner along the curved cutting way, it is required to attach a scanner in pivotable bearing. In that case, a scanner can be rotated with it on a basis the cooling spot 5 and fixed-related within this supporting structure.

[0053] With cutting speed high in comparison, while the treatment of the above containing this invention cuts the flat workpiece manufactured with the ingredient with weak, especially large versatility, especially glass for cutting the configuration of predetermined arbitration, i.e., the configuration of a free form, it is obtained. The description of others of this invention is the point of offering the scanner equipment which has the optical element which makes large variability for the gestalt of radiation possible, enables accommodation with the adaptability of the thermal radiation beam which has the thermal radiation spot which extends on a cutting plane line at a longitudinal direction, therefore is high-speed and enables cutting of the configuration of arbitration especially, and which moves.

[0054] The thermal radiation beam and/or cutting field which change most broadly can be generated with above equipment. The radiation beam of curved U typeface or V typeface is shown in drawing 11 and drawing 12. Thus, a thermal radiation beam is offered in various configurations and modes.

[0055] It is made for a radiation beam and/or a related thermal radiation spot to have the curved path B where the thermal radiation beam was shut on the front face of glass drawn in drawing 10. Moreover, a thermal radiation beam approaches it along with a cutting plane line 2 fundamentally, carries out rotation movement and moves. quiet to a cutting plane line 2 -- perpendicular -- it diverts and movement (deflecting motion) is imposed on this rotation movement. The curved path B shut as the thermal radiation beam which generates the thermal radiation spot 4 illustrated is generated. This curved path B engages with the surroundings of a cutting plane line 2. While passing the surroundings of the path B where the source of thermal radiation curved, it is controlled by the location, but the power of the source of thermal radiation is zero mostly, when arriving at the location of a before side scanner in the cutting direction A. Therefore, when the radiation profile of U typeface or V typeface controls the source of thermal radiation, it

generates. In fixed output power, this source of thermal radiation will generate the radiation beam of an ellipse form. As another mode, the radiation beam profile of U typeface or V typeface can also be generated, when a diaphragm or a mask is used to the radiation beam which has the radiation profile of an ellipse form. For this purpose, a radiation absorption diaphragm or the same member can be arranged in the path of radiation.

[0056] Except drawing 10 , it generates by rotating by turns on both sides of a cutting plane line 2 covering predetermined die length so that it may not rotate in the mode through which the thermal radiation beam of curved U typeface or V typeface circulates around the path where the thermal radiation beam was shut but may have a reverse loop formation at the next starting point of a curve 4 by drawing 4 . Since this kind that has distribution of predetermined strength of thermal radiation spot is generated, the power of the source of thermal radiation must be controlled. Generally, the frequency of a scanner is twice the magnitude of a direction right-angled to it in the direction of a cutting plane line perpendicular to a scanner in actuation of the scanner of this format acquired by migration of the beam profile of U typeface on a glass side, or V typeface.

[0057] German patent application 197th for which it applied on April 14, 1997 15 The 197th for which it applied on No. 45 [537.5 to], and August 12, 1997 34 The contents of an indication of No. 45 [823.8 to] are clearly included by this specification for reference. Such German patent application is making the basis for indicating invention which charged the patent to the claim indicated and attached to this application specification, and asserting the priority of this invention by Article 43 of Patent Law.

[0058] As mentioned above, where the approach and equipment which cut a weak ingredient, especially the workpiece manufactured with glass are materialized, this invention illustrated and was indicated, but since various transformation and modification can be carried out without deviating from the pneuma of this invention, it does not have the intention of this invention so that it may be limited to the illustrated details.

[0059] The aforementioned explanation fully shows the summary of this invention which can be easily [because of various applications] adapted in this invention, without omitting the description which constitutes clearly the essential description of the comprehensive aspect of affairs of this invention, or a specific aspect of affairs from a viewpoint of the conventional technique by the knowledge of the present [people / other], without analyzing further.

[Translation done.]

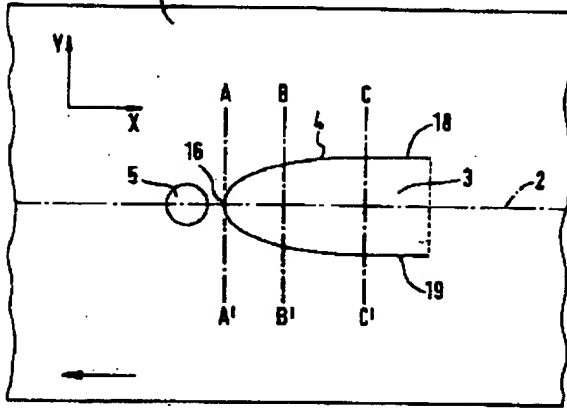
* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

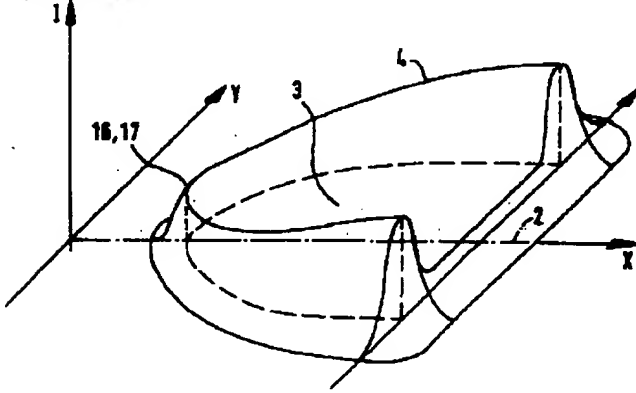
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

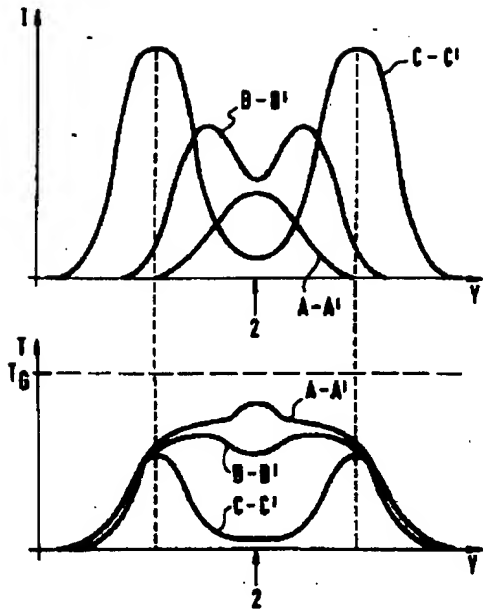
[Drawing 1]



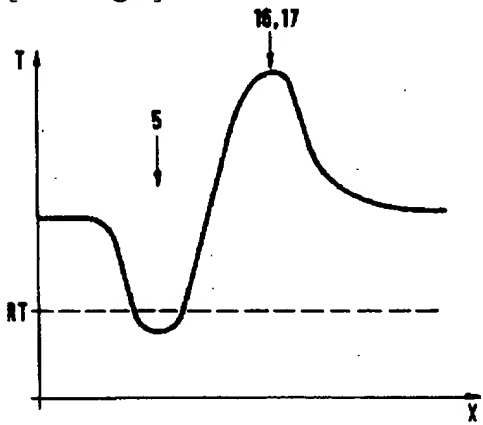
[Drawing 2]



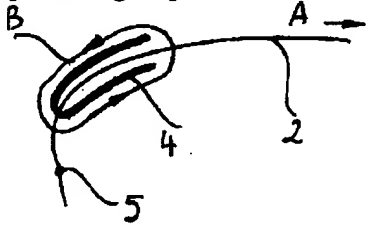
[Drawing 3]



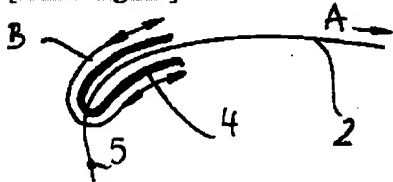
[Drawing 4]



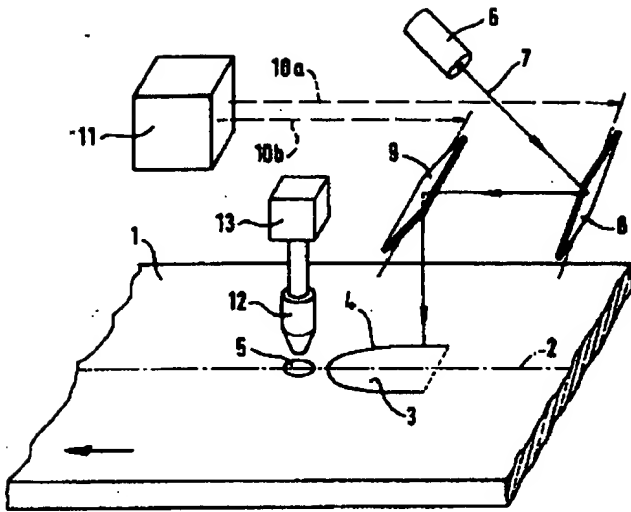
[Drawing 10]



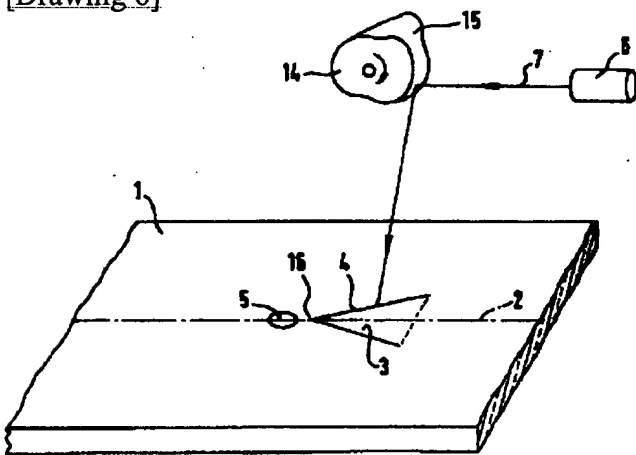
[Drawing 11]



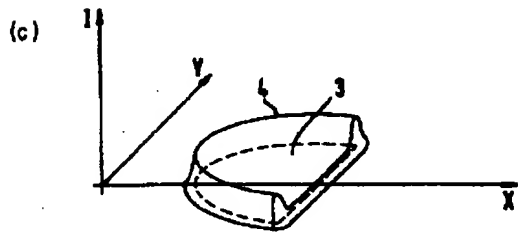
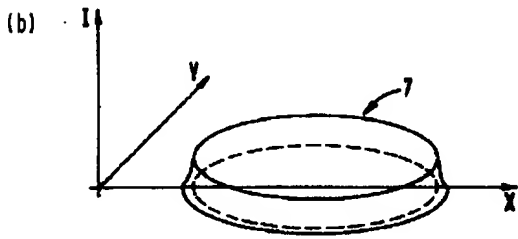
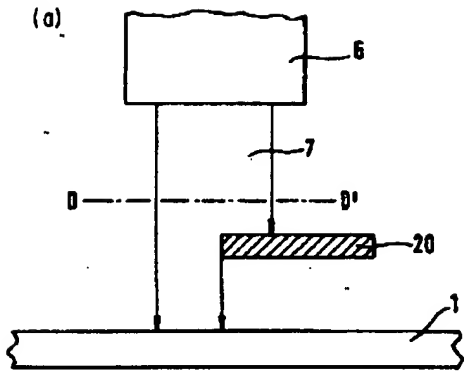
[Drawing 5]



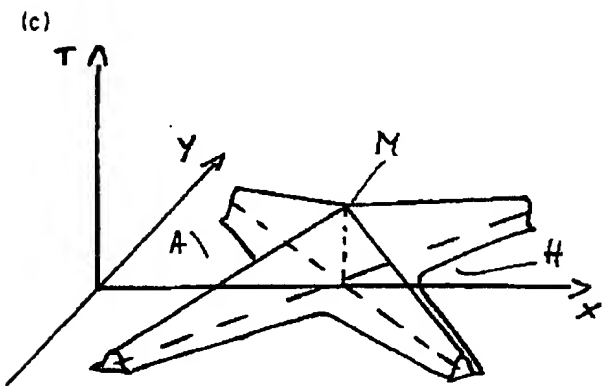
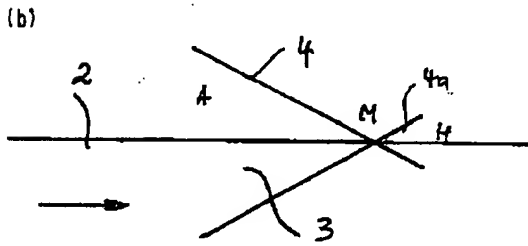
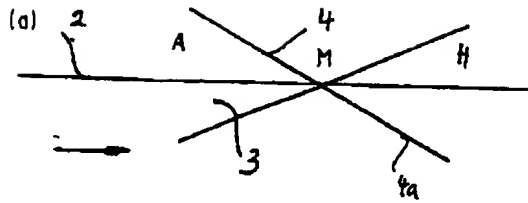
[Drawing 6]



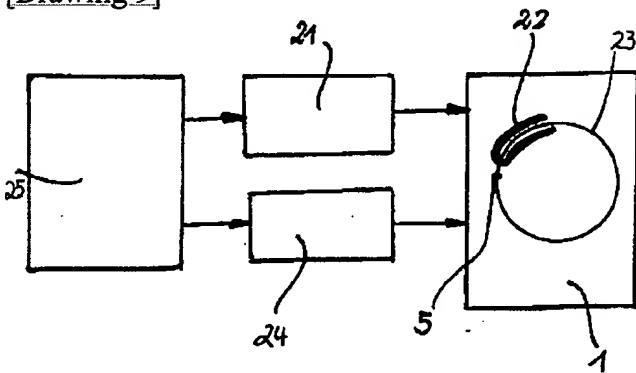
[Drawing 7]



[Drawing 8]



[Drawing 9]



[Translation done.]

特開平11-21141

(43) 公開日 平成11年(1999) 1月26日

(51) Int.Cl.⁹
 C 0 3 B 33/09
 B 2 3 K 26/00
 26/06
 26/08
 26/14

識別記号
 3 2 0

F I
 C 0 3 B 33/09
 B 2 3 K 26/00
 26/06
 26/08
 26/14
 3 2 0 E
 E
 B
 Z

審査請求 未請求 請求項の数30 OL (全 12 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平10-102726
 (22) 出願日 平成10年(1998) 4月14日
 (31) 優先権主張番号 NO. 1 9 7 1 5 5 3 7. 5
 (32) 優先日 1997年4月14日
 (33) 優先権主張国 ドイツ (DE)
 (31) 優先権主張番号 NO. 1 9 7 3 4 8 2 3. 8
 (32) 優先日 1997年8月12日
 (33) 優先権主張国 ドイツ (DE)

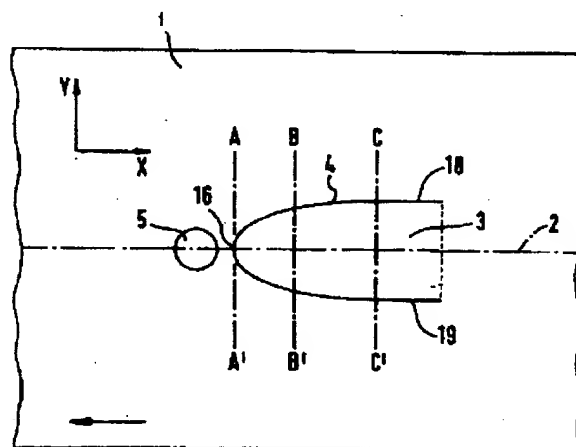
(71) 出願人 591004869
 カール・ツァイス・ステイフツング
 CARL-ZEISS-STIFTUNG
 ドイツ連邦共和国、デュー89518 ハイデ
 ンハイム、アン、デル、ブレンツ (番地な
 し)
 (72) 発明者 ハインリッヒ オシュテンダーブ
 ドイツ連邦共和国、デュー 55128 マイ
 ンツ、ドレヒェスラーズヴェーク 12ビー
 (72) 発明者 クリストフ ヘルマン
 ドイツ連邦共和国、デュー 55130 マイ
 ンツ、イム プリュール 9
 (74) 代理人 弁理士 浜本 忠 (外1名)
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 脆い材料、特にガラス製の平坦な加工品を切断する方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】 平坦な加工品、例えば0.2mmよりも厚いガラス板を微小な割れ、ガラスの破片または分裂を生ずることなく切断する方法および装置を提供する。

【解決手段】 この方法は、a) 切断線2を該切断線に対称的な熱放射スポット3で加熱し、前記熱放射スポットはその内部の放射の強さと比較して比較的に大きい放射の強さを有する端縁部分18、19を有し、かつ熱放射スポットの後端部において温度の最高点を有し、b) 熱放射スポット3を切断線2および/または加工品に沿って移動し、かつc) 工程a) の前記加熱により加熱される切断線の部分を冷却する工程を含み、熱放射スポットの端縁部分が熱放射スポット3および/または加工品の移動方向に熱放射スポットの前端部において開口したV字形またはU字形の曲線4と合致しかつ前記の温度の最高点が切断線上のV字形又はU字形の曲線4のピーク部分16上に局部的に配置されかつ加工品の溶融温度以下である。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 脆い材料で製造された平坦な加工品を所定の切断線に沿って切断する方法において、前記方法が次のステップを含み、

a) 切断線を該切断線に対称の熱放射スポットにより加熱し、前記熱放射スポットはその内側の放射の強さと比較して比較的に大きい放射の強さを有する端縁部分を有し、かつ、熱放射スポットの後端部において温度の最高点を有し、

b) 熱放射スポットを切断線および／または加工品に沿って移動し、かつ

c) 工程a) の前記加熱により加熱された切断線の部分を冷却する工程を含み、

熱放射スポットの端縁部分が、熱放射スポット(3)および／または加工品の移動方向で熱放射スポットの前端部において開口した、V字形またはU字形の曲線(4)と合致し、かつ、前記温度の最高点が切断線上のV字形またはU字形の曲線(4)のピーク部分上に局部的に位置され、かつ、加工品の熔融温度以下である方法。

【請求項2】 脆い材料がガラスである請求項1に記載の方法。

【請求項3】 熱放射スポットが0.5mmから2mmまでの範囲内の幅を有する請求項1に記載の方法。

【請求項4】 熱放射スポットが10mmから30mmまでの範囲内の長さを有する請求項1に記載の方法。

【請求項5】 比較的に大きい放射の強さを有する熱放射スポットの端縁部分が放物線状の形状を有する請求項1に記載の方法。

【請求項6】 熱放射スポットが、ピーク部分と該ピーク部分から延在する二つの脚部とを有する対称的なV字形である請求項1に記載の方法。

【請求項7】 切断線が湾曲した形状を有し、熱放射スポットが加工品と衝突する熱放射ビームにより提供され、かつ、熱放射ビームが切断線の湾曲した形状に合わせて調節される輪郭を有する請求項1に記載の方法。

【請求項8】 熱放射ビームが切断線に沿って二次元で導かれ、熱放射スポットが前記切断線に沿って長手方向に延在する請求項7に記載の方法。

【請求項9】 さらに、レーザビームを走査することにより熱放射スポットを発生することを含む請求項8に記載の方法。

【請求項10】 さらに、レーザビームを楕円形の通路に沿って走査することを含む請求項9に記載の方法。

【請求項11】 さらに、加工品上にV字形またはU字形の放射で加熱される領域を発生するためにレーザビームの通路内のダイアフラムを遮蔽または配置することを含む請求項10に記載の方法。

【請求項12】 さらに、加工品上にV字形またはU字形の放射で加熱される領域を発生するためにレーザビームをオンし、かつ、オフすることを含む請求項10に記載の方法。

載の方法。

【請求項13】 脆い、材料で製造された平坦な加工品を所定の切断線に沿って切断する装置であって、前記装置が次のものよりなる装置：平坦な加工品上に熱放射スポットを発生するための光学手段を備え、前記熱放射スポットは所定の切断線に対称的であり、それにより熱放射スポットの端縁部分がその内側と比較して比較的に大きい放射の強さを有し、かつ、熱放射スポットがその後端部において温度の最高点を有し、前記光学手段が熱放射源と少なくとも一つの光学部材を有すること；さらに、熱放射スポットを切断線および／または加工品にそって移動する手段；熱放射スポットにより加熱された切断線の部分を冷却する手段；光学手段および／または熱放射源が前記熱放射スポットを発生するために形成され、それにより熱放射スポットの端縁部分が熱放射スポットおよび／または加工品の移動方向に熱放射スポットの前端または熱放射スポットの先端において開口したV字形またはU字形の曲線(4)と合致し、かつ、前記の温度の最高点が切断線上のV字形またはU字形の曲線(4)のピーク部分上に局部的に配置され、かつ、加工品の熔融温度以下である装置。

【請求項14】 加工品がガラスで製造されている請求項13に記載の装置。

【請求項15】 熱放射源がレーザでありかつ前記レーザが前記熱放射スポット(3)を発生するレーザビーム(7)を発生する請求項13に記載の装置。

【請求項16】 前記の少なくとも一つの光学部材が前記レーザビーム(7)を前記加工品(1)の表面に導くために相互に垂直に回転する二つの同期化された回転可能な鏡(8, 9)を備え、それにより前記端縁部分がV字形または前記U字形の曲線(4)に相当する前記熱放射スポット(3)を形成する請求項15に記載の装置。

【請求項17】 前記光学手段が前記の回転可能な鏡(8, 9)の両方のための駆動装置と、前記レーザビームを導くために前記鏡(8, 9)を制御する手段を含む回転可能な鏡の駆動装置と接続された共通の制御および調整装置(11)とを含む請求項16に記載の装置。

【請求項18】 前記駆動装置および前記調整装置が前記の回転可能な鏡(8, 9)を500Hzから2000Hzまでの範囲内の回転周波数において駆動する請求項17に記載の装置。

【請求項19】 前記光学手段がレーザビーム(7)を反射するための湾曲した反射面(15)を有する鏡ホイール(14)と、レーザビームの反射された部分が鏡ホイールの一回転の間に加工品上にU字形またはV字形の湾曲した通路を少なくとも1回描くように鏡ホイール(14)を回転する手段とを含む請求項15に記載の装置。

【請求項20】 鏡ホイールを回転する手段が鏡ホイールを500Hzから3000Hzまでの範囲内の回転周

波数で回転する請求項 19 に記載の装置。

【請求項 21】 任意の強さの分布が U 字形または V 字形の湾曲した通路に沿って発生するように、レーザービームが加工品上の前記の湾曲した通路の走査する間にレーザービーム (7) の強さを変更する手段を光学手段が含む請求項 19 に記載の装置。

【請求項 22】 光学手段がビームを形成する光学要素を含む請求項 15 に記載の装置。

【請求項 23】 レーザが TEM01 モードを有し、かつ、光学手段が比較的大きい強さの端縁部分が V 字形または U 字形の湾曲した通路を通してレーザービームの一部分を遮蔽するためのダイアフラムを含む請求項 15 に記載の装置。

【請求項 24】 冷却する手段が冷却された金属製の接触ヘッドである請求項 13 に記載の装置。

【請求項 25】 冷却する手段がガスジェット装置、液体注入装置または液体スプレー装置である請求項 13 に記載の装置。

【請求項 26】 さらに、加工品を切断する間に熱放射ビームの輪郭を所定の切断線の湾曲した形状に合わせて適合させる手段 (21, 24, 25) を備えている請求項 15 に記載の装置。

【請求項 27】 熱放射ビームの輪郭を湾曲線に合わせて適合させる手段が、回転可能な鏡 (8, 9) の回転運動を制御する手段と、加工品上の熱放射スポットの通路を制御する手段 (12) と、前記通路を制御する手段を、熱放射ビームの輪郭を前記通路に適合させる前記手段と結合する手段とを含む請求項 26 に記載の装置。

【請求項 28】 冷却する手段が加工品上の熱放射スポット (3) に引き続く加工品上の冷却スポット (5) を位置決めする手段を有し、かつ位置決め手段が回転可能な鏡 (8, 9) の回転運動を制御する前記手段と結合された機械的な回転装置を有する請求項 27 に記載の装置。

【請求項 29】 回転可能な鏡 (8, 9) の回転運動を制御する手段は、前記鏡のうちの一方の鏡 (8) が切断方向と無関係に切断線 (2) に沿って回転するように制御され、かつ、前記鏡のうちの一方の鏡 (8) に垂直な回転可能な別の一つの鏡 (9) の回転運動が所定の切断線の局所的な曲率により制御され、かつさらに前記鏡 (8, 9) 用の回転可能な軸受を備えている請求項 27 に記載の装置。

【請求項 30】 更に、前記の回転可能な軸受上に設けられた前記冷却スポット (5) を位置決めする手段を備えている請求項 28 に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は脆い材料、特にガラスを所定の分離線に沿って切断する方法において、該分離線がそれと対称な熱放射スポットにより加熱され、前

記熱放射スポットが高められた熱放射の強さを有する端縁部分を有しかつ熱放射スポットの後端部において温度の最高点を有し、加熱された領域が切断線および/または加工品に沿って移動されかつその後、加熱された切断線の部分が冷却される方法に関する。また、本発明はこの方法を実施するための装置に関する。

【0002】

【従来の技術と発明が解決しようとする課題】 平坦なガラスを切断する慣用の方法は、後で外部からの機械的に作用する力により掻ききずで弱められた領域に沿って切断するために、ダイヤモンドまたは切断ホイールにより先づガラスに延長した掻ききずをいれることに基づいている。この方法においては、ガラス上に沈着し更に掻ききずを生ずることがある不都合な粒子 (分裂部分) が表面に生ずる。同様に湾曲したガラスの破片が切断端縁に発生し、これらの破片のためにでこぼこしたガラス端縁が発生し、従って、作業後にかなりの費用が必要になる。そのうえ、引掻ききずが発生する間に生ずる微小な破壊のために、切断端縁において機械的な応力に耐える能力が減少し、すなわち、破損するおそれが増大する。

【0003】 熱的に発生した応力および歪を使用してガラスを切断することにより、割れとガラス破片の発生および微小な割れを回避するためのかなりの進歩が得られた。この方法においては、ガラスに導かれる熱源がガラスの上方で一定速度で移動され、従って、比較的に大きい熱応力および歪が発生し、その結果、亀裂がガラスに形成される。赤外線熱源、特殊のガスバーナ、特にレーザーが、代表的な所要の切断精度に相当するミリメートルよりも良好な精度でもって熱エネルギーを局部的に位置決め可能である所要の熱源特性を有している。レーザービームをガラス上に集束する能力のために、ガラス内およびガラスを通じて適用される電力およびレーザー放射の分布を十分満足に制御することができる。

【0004】 ガラスに掻ききずをいれる方法は、ガラスがレーザー放射により切断路に沿って加熱され、その間温度がガラスの熔融温度が保持されるもので、ドイツ特許第 1, 244, 346 号明細書に開示されている。その加熱後、ガラスが冷却され、かつ、曲げまたは衝撃により切断される。更に、ガラスは微細な亀裂または破壊が完全に熔融するように熔融温度よりも高く加熱することができる。

【0005】 英国特許第 1, 433, 563 号明細書には、ガラスが二つのレーザービームによる作用を受ける方法が記載されている。これらのレーザービームの一方は、比較的に低いエネルギーを有し予熱のために使用される。

【0006】 250℃の温度を有する移動する応力領域がレーザービームにより中空のガラス内に発生させるプロセスがドイツ特許第 4, 411, 037 号明細書に記載されている。最大のレーザービームの強さに曝され、従って、最高の温度を有する走行路また通路上に実質的に配

置される応力領域の導入後に引っ掻きポイントまたは先端を、中空のガラスの表面と短時間接触させることにより、短い最初の引っ掻ききずを機械的に発生させる。この応力領域は、液体を吸収する布またはウェブにより冷却され、それにより熱衝撃、従って、応力が増大して、その結果、出発時の引っ掻ききずが切断または亀裂を生ずる。

【0007】米国特許第5, 237, 150号明細書には、集束レンズを保護するためにリングモードのレーザービームを使用する厚い鋼板用の切断方法が記載されている。このレーザービームはレンズと衝突するときに、レーザービームはリング状であり、それによりレーザービームのエネルギーは点状 (point-like) のレーザービームがレンズと衝突するときよりもレンズの比較的に大きい表面上に分布される。そのために、レンズ材料の局部加熱が回避される。しかしながら、ビームそれ自体は、集束レンズにより加工品上に点またはスポットとして集束される。リング状のビームは、鋼材を切断線に沿って「切断点」(“cutting point”)として切断する「点」(“point”)にされているので、得られたスポットには、リング状のスポットの場合のように、端縁領域の放射の強さは増大しない。

【0008】リングモードTEMのレーザービームが同様に使用される。このレーザービームは、ヨーロッパ特許第0062484号明細書に記載の方法においては、加工品上で点状に集束される。しかしながら、レーザービームが点のように集束されると強さの最大値がこの点において合体する。レーザービームが加工品の表面上に集束されるために、ガラスがある深さまで蒸発する。ガラスの残部は、融点よりも高く加熱される。気化したガラス材料は、ガスにより除去される。

【0009】ドイツ国公開公報第4305107号は、ガラスをレーザービームで切断する方法および装置に関し、それによりレーザービームが二つの平行なビームに分割され、これらのビームは切断線に対称的にガラスに作用する。この型式の装置では正確な段(+0.1mm)はもたらされず、切断物は両方のビームの走行路の間を縫うように進む。

【0010】国際公開WO93/20015号公報に記載の方法は、楕円形のレーザービームを使用している。この方法は、非金属材料において真直ぐな掻ききずまたは亀裂により良好な結果を得ることができるが、しかし湾曲した通路に沿って正確な切断を確実に行うことができない。そのうえ、この方法における切断通路の安定性は、高い放射密度および高い切断速度において不十分である。これは、レーザーによる加熱は、楕円形の横断面を有し、それにより放射密度のガウス分布が非常に狭い範囲内で起き、それにより周囲部分から中央部への温度が劇的に増大するためである。加工品の加熱により加工品の放射部分の中央領域が過熱され、すなわち、材料の軟

化温度を超える(これは精密切断においては許されていない)ときに、深い掻ききずおよび安定した電力密度により安定した熱亀裂を得ることはきわめて難しい。

【0011】国際公開WO96/20062号公報には、本発明の技術水準に最も近い方法の技術水準が記載されている。この文献には、脆い材料、特にガラスの平坦な加工品を切断線に対称的に配置された熱放射スポットによって、所定の切断線に沿って切断する方法が記載され、熱放射スポットは、その後端部において温度の最高点を有するその端縁領域において増大した放射の強さを有し、それにより加熱される領域が分離線および/または加工品に沿って移動され、その後加熱された分離線部分が冷却される。これらの特徴は、主な方法の請求項の前提部に記載されている。

【0012】この公知の場合には、卵形または楕円形の加熱領域が、楕円形の内側に放射の強さの最低値を有する。この「切断スポット」は、分離線と二回交差し、すなわち、楕円形の前端部および後端部において交差している。しかしながら、そのためにこの国際公開公報の図1に示されているように、不十分な温度分布が結果として生じる。不必要な加熱が楕円形の切断領域の前部に既に起きており、それは、前方切断のため、切断線の近傍を切断方向に進む。

【0013】不必要に高い加熱が切断領域の中央部、すなわち、切断線上で行われ、そのために、レーザービームの強さが切断線の付近で非常に高く、かつ、温度が最高値に達している燃焼領域の端部においては、ガラスは、その状況の下で既に熔融されてしまう。そのうえ、この方法においては、0.2mmまでの厚さを有するガラスの切断しかできない。何故ならばより高い必要なビームの電力では、熔融が起り、従って、切断が中断されてしまう。より厚い厚さのガラスの場合には、ガラスに亀裂のみが発生する。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明の一つの目的は、特に比較的に大きい厚さを有する平坦な加工品、例えば、0.2mmよりも大きい厚さを有するガラスを微小な割れ目、ガラスの破片または分裂を生ずることなく切断することができる方法および装置を提供することにある。そのうえ、厚いガラスの場合には、他の方法で得られる切断深さよりも大きい切断深さが得られる。

【0015】本発明によれば、脆い材料、特にガラスで製造された平坦な加工品を所定の切断線に沿って切断する方法は、次のステップからなる：

a) 熱放射スポットの端縁部分はその内部の放射の強さと比較して比較的に大きい放射の強さを有し、かつ、熱放射スポットの後端部において温度の最高点を有するように、切断線を切断線に対称の熱放射スポットにより一緒に加熱すること、

b) 加熱された放射スポットを切断線および/または加

工品に沿って移動すること、

c) 工程 a) の加熱により加熱された切断線の部分を冷却すること、ここで、熱放射スポットの端縁部分は、熱放射スポット (3) および/または加工品の移動方向に熱放射スポットの前部または前端部において開口したV字形またはU字形の曲線 (4) と合致し、かつ温度の最高点が、切断線上のV字形またはU字形の曲線 (4) のピーク部分上に局部的に配置され、かつ加工品の熔融温度以下である。

【0016】上記の本発明の方法の特徴によって、エネルギーが熱処理の終りに切断線に供給されかつ加工品が高温に達する。そのために、局部的な温度の最高点を有する高い機械的な応力が切断線に発生する。切断線のその後の冷却および切断線の当初のガラスの弱化によって、ガラスが切断線に沿って破壊する。この切断は、切断線上の強い局部的な最高温度のために、切断線に沿って極めて正確になされる。この正確さは、例えば、ディスプレイ業界の高精度切断に必要である。

【0017】本発明の方法の付加的な利点は、きれいに切断された端縁が得られるので、加熱および冷却処理後の機械的な破断は不必要である点にある。

【0018】本発明の好ましい一実施例によるV字形またはU字形の放射で加熱される領域においては、増大した放射の強さを有する放射で加熱される領域の端縁部分が切断方向に開口したV字形またはU字形曲線上に位置する。V字形および/またはU字形曲線の側部または脚部の両方は、切断線から等距離に隔置されかつ切断線と隣接し、その結果、加熱される領域のための一つの形状においては、加工品の表面が数ミリメートルに達する相互に比較的に大きく隔置された強さの最高点により加熱され、それにより局部的な温度の最低点が強さの最高点の両方の間に存在する。この局部的な温度の最低点は放射で加熱される領域の後端部においてV字形またはU字形曲線の相互の接近によりますます減少し、すなわち、切断線の付近の温度が放射で加熱される領域の端部において上昇し、それにより加工品の表面上の局部的な温度の最高点に達する。しかしながら、この温度の最高点は、加工品材料の熔融温度よりも依然として低い。この種の放射加熱領域は、強さの最高点が隔置されている領域においてより大きい幅および深さにわたって融解温度以下の温度において加工品の均一な加熱をひき起こす。これは、中央部において、特に、放射加熱領域の初めの部分においてその最大の強さを有する放射ではあてはまらない、液体、ガス、または切断線上に最大の強さを有する十分に冷却された機械的な接触ヘッドによる直接の冷却は、このようにして得られた加熱された走行路に適用される。この冷却は材料の収縮を発生する。切断線に対して大きく影響を同様におよぼす冷却と組み合わせられた、切断線上に温度の最高点を有するより大きい幅の加熱により、強力で局部的な最高点を有する比較的に高い

機械的な応力が切断線において発生する。そのために、大きい厚さを有する加工品をきれいに切断することができる。実験によれば、1.1 mmまでの厚さを有するガラス板を安定した態様で切断することができることが判明した。

【0019】V字形またはU字形の放射加熱領域の幅は、0.5 mmから2 mmまでの範囲内にあると有利である。放射加熱領域の長さは、10 mmから30 mmまでの範囲内とすることができる。これらの寸法は、とりわけ、送り速度、加工品の厚さ、放射の強さおよび材料の特性を考慮して、必要な深さまでの加工品の均一な加熱が提供されるように設定される。

【0020】本発明の特殊の一実施例によれば、レーザービームを加工品の上方で走査することにより、熱放射スポットが発生する。

【0021】走査が楕円形通路で行われると有利である。その他の実施例においては、V字形またはU字形の放射加熱領域が、レーザーをオンしかつオフまたはビームを遮蔽するかまたは遮蔽を除去し、ビームの前方に適切なダイアフラムまたはマスクを設けることにより、レーザーにより発生することができる。

【0022】脆い材料、特にガラスで製造された平坦な加工品を所定の切断線に沿って切断する装置は、次のものよりなる：平坦な加工品上に熱放射スポットを発生するための光学手段。この熱放射スポットは所定の切断線に対称であり、それにより熱放射スポットの端縁部分はその内部の放射の強さと比較して比較的に大きい放射の強さを有し、かつ、熱放射スポットはその後端部において温度の最高点を有し、前記光学手段は熱放射源と少なくとも一つの光学部材とを有する；熱放射スポットを切断線および/または加工品に沿って移動する手段；熱放射スポットにより加熱された切断線の部分を冷却する手段；光学手段および/または熱放射源が熱放射スポットを発生するために形成され、それにより熱放射スポットの端縁部分が熱放射点および/または加工品の移動方向に熱放射スポットの前部または熱放射スポットの先端において開口したV字形またはU字形曲線と合致し、かつ温度の最高点が、切断線上のV字形またはU字形の曲線のピーク部分上に局部的に配置されかつ加工品の熔融温度以下である。

【0023】第一実施例によれば、走査装置を使用することができる。その結果、光学手段は、相互に垂直に回転する二つの同期化された回転可能な鏡を有し、二つの鏡はレーザービームを加工品の表面に導き、レーザービームはV字形またはU字形の湾曲した通路を描く。両方の鏡を同期して駆動するために、両方の回転する鏡の駆動装置が共通の制御および調整装置に接続されている。両方の鏡の回転周波数は50 mm/秒から1000 mm/秒までの範囲内の切断速度が得られるように500 Hzから2000 Hzまでの範囲内であることが好ましい。切

断速度は使用される放射の強さにより左右される。

【0024】走査装置の別の実施例によれば、光学手段は反射面が湾曲した鏡ホイールを有し、それにより反射されたレーザビームが鏡ホイールの一回転の間に切断される加工品の表面上の少なくとも一つのU字形またはV字形の湾曲した通路を描きまたは追従する。鏡ホイールの回転周波数は、いわゆる送り速度が得られるように、好ましい実施例においては500Hzから3000Hzまでの範囲内である。材料に大きく吸収される波長を有するレーザが使用されることが好ましい。例えば、CO₂レーザがガラスを切断するために使用される。CO₂レーザは10.6μmの波長を有するレーザビームを発生しかつ市販により入手可能である。レーザの最大出力パワーは、代表的には、150ワットである。

【0025】レーザの強さは、放射の強さをV字形またはU字形の通路のピーク部分の付近で変えることができるように、V字形またはU字形の湾曲したパスの周りの各々の通過の間に変更可能である。放射の強さは、加工品の溶解温度を超えないように調節される。

【0026】V字形またはU字形の強さの分布が湾曲した通路と適合するべく調節されるように、円形の切断および自由な型式の切断の間にスキャナを制御するスキャナ運動用の制御装置は、あとで詳細に例示するように同様に実施可能である。このスキャナ装置のかわりに、所望形状の放射加熱領域がビーム造形またはビーム形成光学装置を使用して提供することができる。

【0027】別の実施例においては、TEM01モードのレーザが熱放射源として使用され、該熱放射源においては、光学装置がビームの一部分を遮断する好適なダイアフラムを備え、それにより増大した放射の強さを有する端縁部分が加工品の表面上のV字形またはU字形の湾曲した通路と一致する。TEM01モードは、CO₂レーザの固有の共振装置により提供される。冷却された金属製の接触ヘッドを冷却手段として使用することができる。そのうえ、冷却手段として、ガスジェット装置、液体注入装置または液体スプレー装置を使用することができる。

【0028】

【発明の実施の形態】さて、本発明の目的、特徴および利点は、添付図面を参照しての好ましい実施例についての以下の説明からさらに詳細に例示されよう。図1は切断線2に沿って切断されるガラス板1を示す。U字形の熱放射スポット3が、図1の矢印の方向（送り方向）に移動されるガラス板1の表面上に配置される。

【0029】大きな放射強さを有するこの熱放射スポットの端縁部分は、図2のU字形曲線4をたどる。U字形曲線4は、熱放射スポットの前部、または送り方向における熱放射スポットの前端部において開いている。熱放射スポットの形態は、最も幅広の部分が熱放射スポット3の前端部を形成する楕円形のほぼ半分に相当する。

【0030】U字形曲線4上の両方の端縁部分18, 19は、切断線2に対して対称に相互に隔置されている。端縁部分18, 19の間隔は、熱放射スポット3の前側領域において約1mmに達する。両方の端縁部分18, 19の間隔は、分離線、すなわち、切断線2上にあるピーク部分16に向って減少する。

【0031】図2において、熱放射スポット3の三次元の放射の強さの分布を示してある。図2は放射の強さの最高点の波頂がピーク部分16において低下することを示し、ピーク部分16においては、切断線2に対する局所的な最高点17が配置されている。放射の強さは端縁部分18, 19の間の熱放射スポットの内部で明らかに減少している。局所的な最高点17の高さは、加工品の厚さおよび切断速度に対応して調節されなければならない。局所的な最高点17は、低い送り速度よりも高い切断速度または送り速度においてより高くなければならない。また、局所的な最高点17は、曲線4の前側領域における放射の強さの高さに合わせて調節されなければならない。切断線2に対する局所的な最高点は、同時に、曲線4の最低点を形成してはならない。放射の強さは、電力制御器を備えていないレーザが使用されるときには、ピーク領域16においてゆるやかな最高点または円丘を有することができる。

【0032】放射で加熱される領域（図1参照）を通る三つの異なる横断面A-A'、B-B'およびC-C'に沿った三つの放射の強さの輪郭を図3に示してある。横断面C-C'に対する放射の強さの曲線は、相互に隔置された二つの最高点を有し、これらの最高点は横断面B-B'に対する両方の最高点よりも明らかに高い。放射の強さの最高点は、横断面A-A'に対して示したピーク部分16においてはさらに明らかに減少している。横断面B-B'における温度輪郭のみは、切断線の付近において小さい局所的な最低点を有している。その理由は、両方の最高点により切断線のまわりの広い部分、または領域に予熱が起きるからである。この最低点は相対的に小さな放射の強さにより平衡され、それにより温度輪郭はピーク部分16における切断線2の領域において最高値を有する。はめ込まれた冷却スポット5を有する切断線に沿った温度の挙動を図4に示してある。

【0033】ガラス板1に熱放射スポット3を発生する装置を図5に示してある。切断線2および増大する放射の強さのU字型曲線4をガラス板1の表面上に示してある。レーザビーム7、特にCO₂レーザを発生するレーザ6が熱放射源として設けられている。このレーザビーム7は、まず、垂直軸線のまわりに回転する回転可能な鏡8と衝突する。鏡8は、ビーム7をガラス板1の表面に平行な平面内で前後に移動する。その後、この回転するレーザビーム7は、水平軸線のまわりに回転する第2の回転可能な鏡9と衝突する。鏡9は、反射されたレーザビームをX方向に前後に移動する。これらの鏡8およ

び9の装置は、交換可能である。レーザービームは、両方の回動運動の重複のために加工品の表面上にU字形の曲線を描く。共通の制御および調整装置11が、U字形曲線4が得られるように両方の鏡8、9の回動を調節するために設けられている。制御および調整装置11は、制御線10a、10bにより、両方の鏡8および9のための図示していない駆動機構に接続されている。

【0034】鏡8および9は、レーザービーム7が加工品の表面上に閉曲線を描くように制御することができる。レーザー6は、U字形曲線またはV字形曲線のいずれか一方を得るようにオン・オフされる。冷却点5は、スプレーノズル12から放出される冷却ガスにより発生するが、放射で加熱される領域3の後方に示されている。このスプレーノズル12は、供給ユニットと接続されている。

【0035】加工品を図6に示してある。加工品1の表面上には、三角形の熱放射スポットが配置されている。より高い放射の強さを有するその領域の部分は、V字形曲線4で示してある。また、このV字形曲線4は、ピーク部分16が切断線16上に配置され、切断線2に対称である。レーザー6がこの種のV字形曲線を発生するために用意されている。レーザー6は、鏡ホイール(wheel)14と衝突するレーザービームを発生する。鏡ホイール1の反射面は、円筒形ではなく、湾曲しており、鏡ホイール1が加工品の表面上で回転する間にV字形曲線4が少なくとも一回発生するようになっている。

【0036】レーザービーム7をTEM01モードで発生するレーザー6を使用する装置のスケッチが図7の(a)部に示してある。ダイアフラム20がレーザービーム6と加工品1との間に配置されている。ダイアフラム20は、レーザービーム7の半分を遮蔽またはささぎる作用をする。ダイアフラムの前方または後方の対応した放射の強さのプロファイルを図7の(b)部および(c)部に示してある。

【0037】所望の大きい機械的な応力のために、このプロセスは1.1mmの厚さまでのガラスを完全に切断するために好適であることが判明した。これは、現在までの技術水準では可能でなかった。使用されるCO₂レーザーの電力は、代表的な送り速度に対して、代表的には、12ワットから80ワットまでの範囲内である。放射で加熱される領域は、1mmの幅を有する送り方向において代表的には12mmの長さを有する。切断端縁には、微小破壊、ガラスの破片および分裂部分がない。数百マイクロメートルの深さまでのほぼ垂直の深さの亀裂または破壊が0.7mmよりも厚いガラスに得られるが、この技術もまた同様に前述したその他の方法により得られなかった。

【0038】前述したV字形および/またはU字形にとられることはない。この形状は類似しているが、しかし正確なV字形またはU字形ではなく、例えば、放物線

状であることができる。また、図6によるV字形領域3においては、延長部分または脚部が必ずしもピーク部分に終端する必要はない。延長部分は、図8に示すように、ピーク部分を越えて延在する延長部分4を有することができる。V字形脚部4およびその延長部分4aは、図8(a)においては等しい長さを有し、従って、ほぼ交差形(quasi cross-shaped)部分を形成しているが、図8(b)における延長部分4aはそのV字形脚部またはV字形部分4よりも短い。変型例(a)または(b)のどちらが使用されるかは、切断されるガラスの固有の材料特性により左右される。

【0039】これらの特性は、代表的には、熱力学変数(熱容量)、ガラスの厚さおよび光学特性(レーザー放射の吸収)である。以下の質的な要項はこの状況を簡単に要約している。

大きい熱容量: 短い延長部または部分の長さ、熱がガラス中に迅速に透過する。

大きい厚さ: 長い延長部または部分の長さ、加熱は、ガラス内で拡散するために時間を必要とする。

吸収: 長い延長部または部分の長さ、加熱は、ガラス内で拡散するために時間を必要とする。

【0040】原則には、図8(b)による領域は、事実上、交換またはひっくり返すことができる(より短い延長部または脚部)。この放射の外形(geometry)により、ガラスが過度に迅速に加熱され、すなわち、局所的な温度勾配が非常に高くなり、ガラスの損傷をひき起こすことがある。熱がガラスを透過するためには時間を要しないので、ガラス転移温度T_gを短時間で超える。その結果、制御されない破断となるかガラス片の破砕が生じる。図8(a)によるレーザー放射スポットまたは放射領域は、図8(b)による領域についても同様に、点Mにおいて温度の最高点を有する図8(c)による強さおよび温度プロファイルを有すると有利である。

【0041】レーザービームの強さは、原則として、スペースおよび時間に関して一定のガウスの形態(Gaussian form)を有している。人が点Aから点Hまで両方のレーザービームの交差点の方向にガラスに沿って移動したとすると、下記の温度挙動が得られる。

点A: ガラスは周囲温度に保たれている。

点M: ガラスは点Aと点Bとの間で連続的に加熱されかつ温度がMにおいて最高点に達する。この温度は転移温度T_g以下に保たれる。

点H: 温度は点Mと点Hとの間に維持されるか若干低下する。この段階において、加熱が表面から若干ガラスの内部に進む。切断の質は、切断方向または切断方向に直角をなす方向に、温度勾配の所望の扁平化により明らかに改良されている。

図8(a)および図8(b)における部分4または延長部分4aは、図示したように、線形である。しかしなが

ら、部分4または延長部分4aもまた原則としてゆるやかに湾曲することができる。

【0042】加工物の熱放射スポットまたは加熱される領域の幅は、平坦なガラスをレーザビームにより切断する間、熱放射スポットまたは加熱される領域の長さよりも明らかに短い。容認可能な切断を行うためには、切断領域内に配置されたガラスの表面の箇所がプロセスの間に所定の加熱お冷却作用をうけなければならないことが不可欠である。その結果、放射ビームの幅は、切断速度が増大しても変化しなくても良いが、放射ビームの長さは増大しなければならない。従って、高速切断処理量のために必要である高い切断速度は、切断線に沿った長くかつ狭い放射加熱領域が必要である。放射加熱領域の代表的な長さは、0.5mmないし2mmの幅に対して10mmないし50mmであって、高度の精密作業程小幅となる。

【0043】真直ぐな切断が行なわれる限り、切断は長手方向に延在する放射加熱領域では問題が発生しない。また、ある用途では、切断は所定の湾曲した通路に沿って行われなければならない。この型式の切断もまた、自由な型式の切断または湾曲切断と呼ばれている。この型式の湾曲切断は、自動車の前側の窓および後側の窓を切断したり、平坦なガラス板により大きい穴を開けるために必要である。この型式の湾曲切断の性能は、特別の考慮を払うことが必要である。

【0044】熱放射ビームは、湾曲切断において、湾曲切断通路に合わせて調節されそれにより最大の機械的応力が切断されるべきガラスに発生しかつ加熱される領域の幅が小さく保たなければならない。その場合には、線形熱放射領域でもって、その切断のための小さい曲率半径のみが、長手方向に延在する熱放射ビームによる湾曲切断において実施可能である。より大きい曲率半径に対しては、曲率は長さが減少した線形熱放射ビームのみにより得られる。最終的には、低い切断速度のみが実施可能である。

【0045】ガラスを切断するための長手方向に延在する放射で加熱される領域を形成する装置が前述した国際公開DWO93/20015号および/または国際公開WO96/20062号公報に記載されている。この装置においては、熱放射ビームが切断曲線の局所的な形状に沿って湾曲し、それにより切断曲線からの最小の変化が発生する。しかしながら、この装置は熱放射ビームの限定された変化のみを許容する静的な光学要素により作動するので、公知の装置は、実際問題として、円形を切断するためにのみ使用することができる。その理由は、円形は一定の曲率半径で切断されることができるからである。

【0046】もしも鏡用のPKWガラスの素材またはガラス板が高速度で案内されるとすれば、切断中の高速度での放射プロファイルの変動は、この装置では不可能で

ある。

【0047】脆い材料、特にガラスからなる平坦な加工品を切断するための図5に示した装置により行われる前記の方法においては、切断用の熱放射スポットは、移動する光学要素により加工品の表面の上方の熱放射ビームを走査することにより発生するので、実施される湾曲切断の形状に合わせて調節される熱放射ビームが湾曲切断において実施可能であるように方法が行われかつ装置が構成されなければならない。

【0048】図5に示す制御装置11は、湾曲切断の間、切断線2の湾曲した形状に合わせて走査熱放射ビーム7のプロファイルを適合または調節する。熱放射ビーム7は、自由な形態の切断を行うための制御装置11の接続により、相互に直角をなして回転する回転可能な鏡8および9の回転状態を変更することにより、360°の範囲内で回転することができる。また、熱放射ビームの曲率は、図10に例示するように、切断の局所的な曲率に合わせて調節される。局所的な切断位置および湾曲切断の曲率により熱放射ビームを発生させるための付加的な機械的な装置は不必要である。

【0049】両方のスキナの作動は、熱放射ビームの主な揺動運動が切断線2に沿って発生するよう、湾曲した放射加熱領域を発生するために、相互に同期しなければならない。その動作においては、切断スポットを追う冷却スポット5の位置は、局所的な切断位置に合わせて調節されなければならない。機械的な回転装置がこの目的のため、走査光学装置に設けられている。

【0050】図9は関連する制御手段を含む本発明による装置全体の配置を略図で示したブロック線図である。ブロック21は、後続する冷却スポット5を有する、加工品1上の円形切断線23上に湾曲した熱放射スポット22を発生するために図5の制御装置11を含むスキナブロックを示す。段階24は公知の、切断プロセス用の通路制御器である。制御器ブロック21および24は、最適化された熱放射ビームによる切断が、局所的に変化する切断半径を有する自由な形態の切断における曲率により局所的に実施されることができるよう、主制御ユニット25により相互に結合されている。

【0051】図5は本発明による装置の好ましい一実施例である。概略的にはスキナ装置が設けられており、このスキナ装置は、熱放射ビームの運動における好適な二次元の変化、すなわち、熱放射ビームが加工品上の二次元において導かれることを可能にし、かつ、発生した熱放射ビームの変化が制御工学手段により可能にする。

【0052】別の二次元操作装置もまた、二つの回転する枢着された鏡8、9を含む図6による二次元走査装置のかわりに使用することができる。この走査装置においては、スキナ軸線8a、9aの一方が、切断方向2、23と関係なく切断方向2、23に沿って回転するため

に使用され、かつ垂直方向に回転する鏡が切断通路の局部的な曲率に沿ってV字形またはU字形または楕円形の放射輪郭を調節する。この場合には、スキャナユニット全体がほぼ360°の角度に機械的に自由に回転可能である。特に、図11による一実施例においては、このスキャナ軸線は、必要な力学的な配慮がなされている。その理由は、スキャナ周波数が、切断方向に作用するスキャナ軸線の周波数の半分にすぎないからである。スキャナを有する切断ヘッドを湾曲した切断路に沿って導くために、スキャナを回転可能な軸受に取り付けることが必要である。その場合にはスキャナは、この保持装置内で、冷却スポット5と一定関係のもとに、それと回転されることができる。

【0053】比較的に高い切断速度で、所定の任意の形状、すなわち、自由な型式の形状を切断するための特に大きい融通性が、脆い材料、特にガラスで製造された平坦な加工品を本発明を含む上記の処置により切断する間に、得られる。本発明のその他の特徴は、放射の形態のための特に大きい変化性を可能にし、切断線上に長手方向に延在する熱放射スポットを有する熱放射ビームの順応性のある調節を可能にし、従って、高速度で任意の形状の切断を可能にする移動する光学要素を有するスキャナ装置を提供する点である。

【0054】最も広範囲に変化する熱放射ビームおよび／または切断領域は、上記の装置により発生することができる。湾曲したU字形またはV字形の放射ビームは、例えば図11および図12に示してある。このように熱放射ビームは、様々な形状および態様で提供される。

【0055】放射ビームおよび／または関連する熱放射スポットは、図10では、熱放射ビームがガラスの表面上に閉ざされた湾曲した通路Bを描くようにされる。また、熱放射ビームは、基本的には切断線2に沿うか、それに近接して回転運動をして移動する。切断線2に対して穏やかな垂直なそれぞれ運動(deflecting motion)がこの回転運動に課せられる。熱放射スポット4を発生する熱放射ビームが図示したように閉ざされた湾曲した通路Bを発生する。この湾曲した通路Bは、切断線2のまわりに係合する。熱放射源の電力は、熱放射源が湾曲した通路Bのまわりを通過する間に位置により制御されるが、しかし切断方向Aにおいて前側スキャナの位置に達するときにほぼゼロである。従って、U字形またはV字形の放射輪郭が熱放射源を制御することにより発生する。一定の出力パワーでは、この熱放射源は、楕円形の放射ビームを発生することになる。別の態様として、U字形またはV字形の放射ビーム輪郭もまた、楕円形の放射輪郭を有する放射ビームに対してダイアフラムまたはマスクが使用されるときに発生することができる。この目的のために、放射吸収ダイアフラムまたは同様な部材を放射の通路内に配置することができる。

【0056】図10以外では、図4によって、湾曲したU字形またはV字形の熱放射ビームが、熱放射ビームが閉ざされた通路の周りに循環する態様で回転するのではなく曲線4の次の出発点において逆のループを有するよう、所定の長さによって切断線2の両側に交互に回転することで発生する。熱放射源の電力は、所定の強さの分布を有するこの種の熱放射スポットを発生するために制御されなければならない。一般に、スキャナの周波数は、ガラス面の上のU字形またはV字形のビーム輪郭の移動により得られるこの形式のスキャナの操作において、スキャナに垂直な切断線方向ではそれに直角な方向の2倍の大きさである。

【0057】1997年4月14日に提出されたドイツ特許出願第197 15 537. 5-45号および1997年8月12日に提出された第197 34 823. 8-45号の開示内容は、明らかに参考のためにこの明細書に包含されている。これらのドイツ特許出願は、本願明細書に記載しかつ添付した特許請求の範囲に対して特許を請求した発明を開示しかつ特許法第43条による本発明の優先権を主張するための根拠をなしている。

【0058】以上、本発明は脆い材料、特にガラスで製造された加工品を切断する方法および装置を具体化した状態で例示しかつ記載したが、種々の変型および変更を本発明の精神から逸脱することなく実施することができるので、本発明は図示した細部に限定されるように意図されていない。

【0059】前記の説明は、さらに分析することなく、その他の人々が現在の知識により、従来技術の観点から本発明の包括的な局面または特定の局面の本質的な特徴とを明確に構成する特徴を省略することなく本発明を種々の用途のために容易に適応することができる本発明の要旨を十分に示している。

【図面の簡単な説明】

【図1】切断されるべき加工品の一部の上面図。

【図2】加工品の放射で加熱される領域の放射の強さの分布を三次元で表示した斜視図。

【図3】図1に示しかつ図1にA-A'、B-B' およびC-C' で示した横断面に沿って載った放射で加熱される領域を通じてのそれぞれの放射の強さおよび／または温度輪郭を例示したグラフ。

【図4】切断線に沿った温度の挙動を例示したグラフ。

【図5】光学および冷却装置の斜視図。

【図6】本発明による装置の付加的な一実施例の斜視図。

【図7】(a)部は本発明による装置の別の一実施例の図解図、(b)部および(c)部は(a)部に例示した装置により発生した放射の強さの輪郭をグラフで例示した斜視図。

【図8】(a)部および(b)部はピーク部分から延在

する延長部分を含むV字形の放射で加熱される領域の図解用平面図、(c)部は(a)部および(b)部の放射で加熱される領域の温度分布を示す図解用斜視図。

【図9】湾曲した熱放射スポットにより自由な型式の切断を可能にする付随した制御装置を含む本発明による装置のための全体の装置を略図で示したブロック線図。

【図10】切断線の曲率によりU字形またはV字形の通路に沿って放射加熱ビームと隣接した湾曲した切断線に沿って導かれる放射加熱ビームを走査する間に回転するスキャナの運動により発生する、湾曲した放射で加熱される領域を例示した二次元図解図。

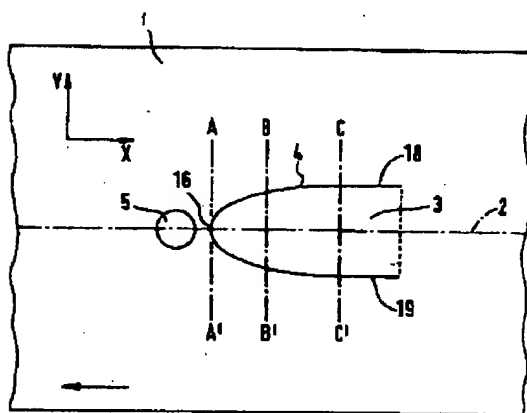
【図11】図10と類似しているが、逆のスキャナの運動により発生する放射で加熱される領域を有する二次元図解図。

動により発生する放射で加熱される領域を有する二次元図解図。

【符号の説明】

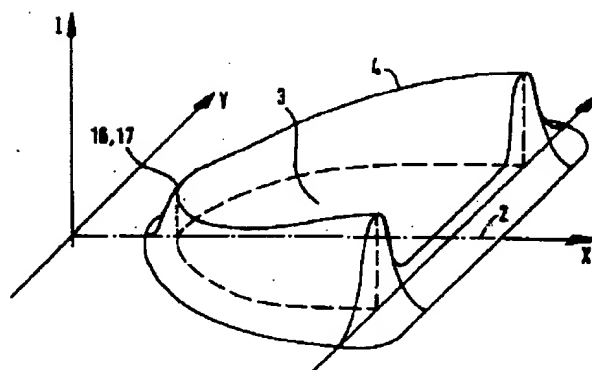
1…加工品、2…切断線、3…熱放射スポット、4…V字形またはU字形曲線、5…冷却点、6…レーザ、7…レーザビーム、8…鏡、9…鏡、10a…制御線、10b…制御線、11…制御および調整装置、12…スプレーノズル、13…供給ユニット、14…鏡ホイール、15…反射面、16…ピーク部分、18…端縁部分、19…端縁部分、20…ダイアフラム、21…スキャナブロック、22…湾曲熱放射点、23…円形切断線、24…通路制御装置。

【図1】

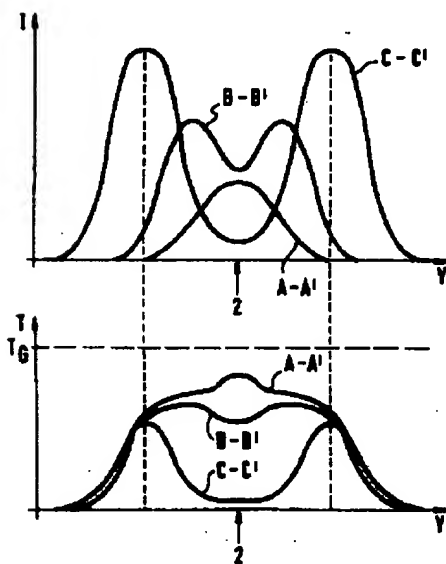


【図3】

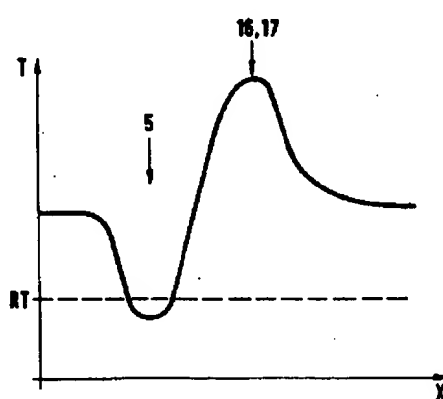
【図2】



【図4】

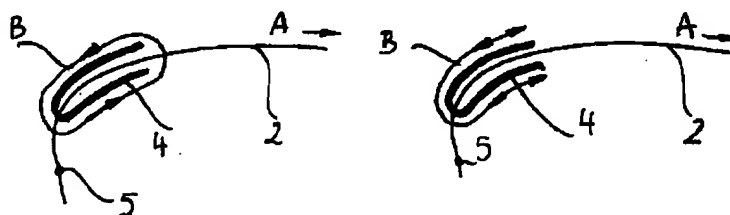


【図3】

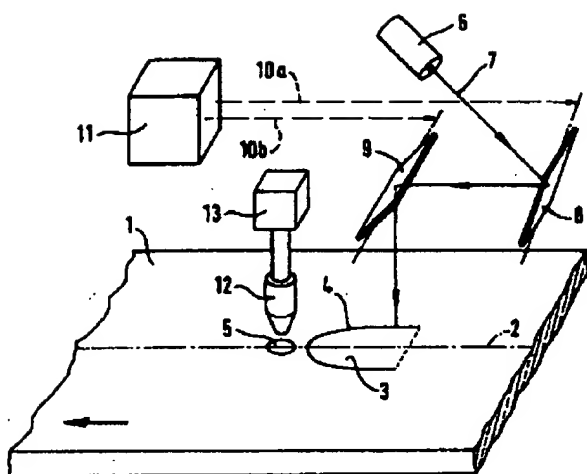


【図10】

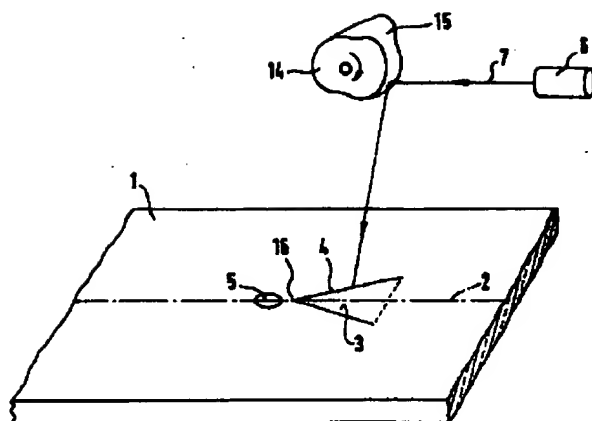
【図11】



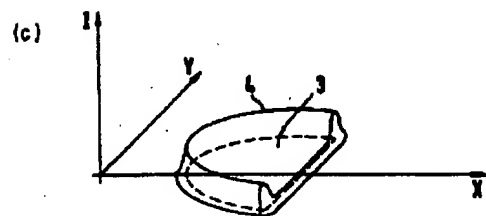
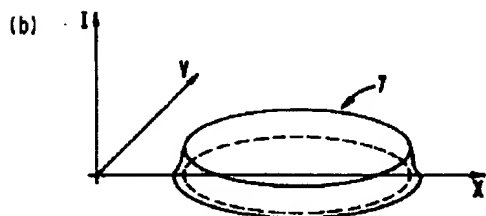
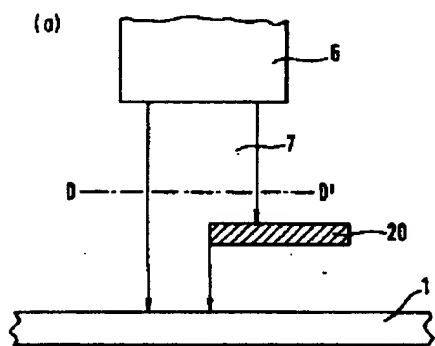
【图5】



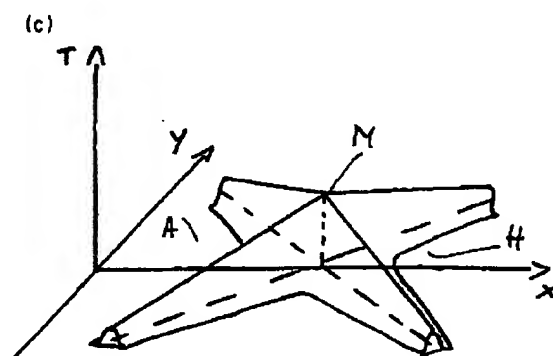
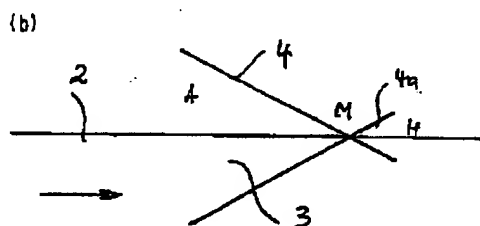
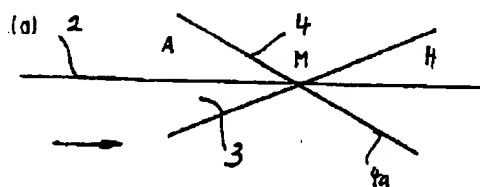
【图6】



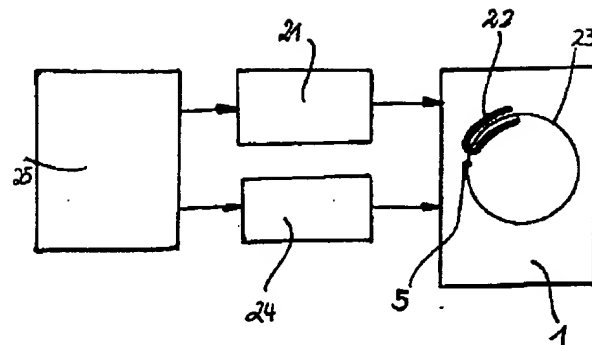
【图7】



【图8】



【図 9】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁶
C 0 3 B 33/04

識別記号

F I
C 0 3 B 33/04

(72) 発明者 デルク ホイヤー
ドイツ連邦共和国、デュー 55128 イン
ゲルハイム、ヘルマンシュトラッセ 74
(72) 発明者 ユルゲン シュタイン
ドイツ連邦共和国、デュー 55131 マイ
ンツ、トラヤンシュトラッセ 14
(72) 発明者 ジョージ ガイスラー
ドイツ連邦共和国、デュー 65510 ヒュ
ンシュテッテン 2、シュタインカント
6

(72) 発明者 ラルフ シュタインファルツ
ドイツ連邦共和国、デュー 55122 マイ
ンツ、エルベシュトラッセ 13
(72) 発明者 ベルント ホイツツェル
ドイツ連邦共和国、デュー 55286 ヴェ
ルシュタット アホーンヴェーク 5
(72) 発明者 アンドリュー ブルンク
ドイツ連邦共和国、デュー 31073 グリ
ュネンブラン ドラヒエンホール 28

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.